



**Hochschule Mittweida**  
**University of Applied Sciences**

---

---

# **DIPLOMARBEIT**

---

Ing. Christoph Pirchl

**Storage Virtualisierung  
mit FalconStor NSS im SAN  
des Landeskrankenhaus –  
Universitätskliniken Innsbruck**

Mittweida, 2011

## **DIPLOMARBEIT**

---

# **Storage Virtualisierung mit FalconStor NSS im SAN des Landeskrankenhaus – Universitätskliniken Innsbruck**

Autor:

**Ing. Christoph Pirchl**

Studiengang:

**Informationstechnik**

Seminargruppe:

**KI09wIA**

Erstprüfer:

**Prof. Dr.-Ing. Wilfried Schmalwasser**

Zweitprüfer:

**Dr. Dietmar Reiter**

Einreichung:

**Mittweida, September 2011**

Verteidigung/Bewertung:

**Mittweida, 2011**

## **Bibliografische Angaben:**

Pirchl, Christoph:

Storage Virtualisierung mit FalconStor NSS im SAN des

Landeskrankenhauses – Universitätskliniken Innsbruck – 2011 – vii, 65, XVIII S.

Mittweida, Hochschule Mittweida (FH), University of Applied Sciences,

Fakultät Elektro- und Informationstechnik, Diplomarbeit, 2011

Referat :

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem Thema Storage Virtualisierung im Storage Area Network. Im theoretischen Teil werden Grundlagen zu Storage, Protokollen und Storage Area Networks gezeigt und eine Übersicht über Storage Virtualisierungsprodukte betrachtet. Im praktischen Teil der Arbeit wird die Einführung von FalconStor NSS im SAN des Landeskrankenhauses – Universitätskliniken Innsbruck diskutiert. Es wird die Installation der FalconStor NSS Umgebung und die Migration (Virtualisierung) von SAN Disken aufgezeigt. Außerdem wird versucht einen Ausblick in die Zukunft der Storage Virtualisierung zu tätigen.

# Inhaltsverzeichnis

|  |            |
|--|------------|
| <b>Inhaltsverzeichnis .....</b>                      | <b>i</b>   |
| <b>Abbildungsverzeichnis .....</b>                   | <b>iii</b> |
| <b>Tabellenverzeichnis .....</b>                     | <b>iv</b>  |
| <b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>                   | <b>v</b>   |
| <b>Vorwort .....</b>                                 | <b>vii</b> |
| <b>1. Übersicht.....</b>                             | <b>1</b>   |
| 1.1    Motivation .....                              | 1          |
| 1.2    Zielsetzung .....                             | 1          |
| 1.3    Kapitelübersicht .....                        | 2          |
| <b>2. Storage Grundlagen .....</b>                   | <b>3</b>   |
| 2.1    Storage .....                                 | 3          |
| 2.1.1    Direct Attached Storage .....               | 6          |
| 2.1.2    Network Attached Storage .....              | 8          |
| 2.1.3    Storage Area Network .....                  | 11         |
| 2.2    Protokolle .....                              | 15         |
| 2.2.1    SCSI/SAS .....                              | 15         |
| 2.2.2    iSCSI .....                                 | 18         |
| 2.2.3    Fibre Channel .....                         | 19         |
| 2.2.4    Fibre Channel over Ethernet .....           | 21         |
| <b>3. Storage Virtualisierung .....</b>              | <b>24</b>  |
| 3.1    Storage Virtualisierung Grundlagen .....      | 24         |
| 3.1.1    Symmetrische Storage Virtualisierung .....  | 27         |
| 3.1.2    Asymmetrische Storage Virtualisierung ..... | 28         |



|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 3.2       | Beispiele zu Storage Virtualisierungslösungen .....   | 29         |
| 3.2.1     | FalconStor Network Storage Server .....   | 29         |
| 3.2.2     | DataCore SANsymphony-V .....  | 30         |
| 3.2.3     | IBM SAN Volume Controller .....   | 31         |
| <b>4.</b> | <b>Konzept einer Storage Virtualisierungslösung im<br/>Landeskrankenhaus – Universitätskliniken Innsbruck .....</b> | <b>33</b>  |
| 4.1       | Kurzvorstellung der Tiroler Landeskrankenanstalten GmbH .....   | 33         |
| 4.2       | Entscheidungsgrundlagen für eine Storage Virtualisierungslösung .....   | 34         |
| 4.3       | IST-Analyse der SAN Infrastruktur 2010 .....  | 38         |
| 4.4       | SOLL-Zustand der SAN Infrastruktur 2011 .....   | 41         |
| <b>5.</b> | <b>Einführung einer Storage Virtualisierungslösung basierend auf<br/>FalconStor Network Storage Server .....</b>    | <b>44</b>  |
| 5.1       | FalconStor NSS Appliance Installation .....   | 44         |
| 5.2       | FalconStor NSS IPStor Installation .....  | 48         |
| 5.3       | FalconStor NSS IPStor Konfiguration .....   | 50         |
| 5.4       | FalconStor NSS IPStor Tests .....   | 52         |
| 5.5       | Migration des AIM Systems im SAN zu FalconStor NSS .....  | 53         |
| <b>6.</b> | <b>Ergebnisse, Bewertung und Ausblick .....</b>   | <b>60</b>  |
| 6.1       | Ergebnisse .....  | 60         |
| 6.2       | Bewertung der Arbeit .....  | 61         |
| 6.3       | Ausblick .....  | 62         |
|           | <b>Literaturverzeichnis .....</b>   | <b>63</b>  |
|           | <b>Anlagen .....</b>  | <b>65</b>  |
|           | <b>Anlagen A, Blade Chassis Belegung Infrastruktur IST-Analyse 2010 .....</b>                                       | <b>I</b>   |
|           | <b>Anlagen B, HP EVA8100-SR1-1 Belegung IST-Analyse 2010 .....</b>  | <b>III</b> |
|           | <b>Anlagen C, Blade Chassis Belegung Infrastruktur SOLL-Zustand 2011 .....</b>                                      | <b>V</b>   |
|           | <b>Anlagen D, Hitachi AMS2500-SR1-1   SR2-1 Belegung SOLL Zustand 2011 .....</b>                                    | <b>VII</b> |
|           | <b>Anlagen E, Migrationsprotokoll AIM System Applikationsserver .....</b>   | <b>XI</b>  |
|           | <b>Eidesstattliche Erklärung</b>  |            |

# Abbildungsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 1 - IBM 350 Disk Storage [5] (Quelle: IBM) .....   | 3  |
| Abbildung 2 - DAS Server – Speichersystem (Quelle: Hewlett Packard) .....                          | 6  |
| Abbildung 3 - NAS Server [8] .....   | 8  |
| Abbildung 4 - NAS Gateway [9] .....  | 9  |
| Abbildung 5 - SAN Komponenten.....   | 11 |
| Abbildung 6 - Point to Point San Topologie.....  | 12 |
| Abbildung 7 - Arbitrated Loop Topologie .....  | 12 |
| Abbildung 8 - Switched Fabric Topologie .....  | 13 |
| Abbildung 9 - SCSI Bus [16].....   | 15 |
| Abbildung 10 - SCSI Targets [18] .....   | 16 |
| Abbildung 11 - SAS Protokoll Routinen [19].....  | 17 |
| Abbildung 12 - iSCSI Bus [20].....   | 18 |
| Abbildung 13 - Fibre Channel Frame [22].....   | 19 |
| Abbildung 14 - Fibre Channel Protokollturm [23] .....  | 20 |
| Abbildung 15 - Verkabelung von Ethernet und Fibre Channel im Datacenter [24] .....                 | 21 |
| Abbildung 16 - CNA Verkabelung [25].....   | 21 |
| Abbildung 17 - FCoE Frame [26].....  | 22 |
| Abbildung 18 - Stack Vergleich OSI – FCoE – FC [27].....   | 23 |
| Abbildung 19 - Speicher Virtualisierung im Speichernetz .....                                      | 25 |
| Abbildung 20 - Symmetrische Storage Virtualisierung [29] .....                                     | 27 |
| Abbildung 21 - Asymmetrische Storage Virtualisierung [30] .....                                    | 28 |
| Abbildung 22 - FalconStor NSS for the Enterprise [31] .....  | 29 |
| Abbildung 23 - DataCore SANsymphony-V Technisches Diagramm [32].....                               | 30 |
| Abbildung 24 - IBM SAN Volume Controller Diagramm [33] .....                                       | 31 |
| Abbildung 25 - IBM SVC Appliances (Quelle: IBM).....   | 32 |
| Abbildung 26 - LWL Dark Fibre Verbindung IBK – Hall (Quelle: Google Earth - Telekom Austria) ..... | 35 |
| Abbildung 27 - IST Analyse SAN Infrastruktur 2010 .....  | 40 |
| Abbildung 28 - SOLL-Zustand SAN Infrastruktur 2011 .....   | 43 |
| Abbildung 29 - HP DL380 G6 - vsanapp1 Frontansicht.....  | 44 |
| Abbildung 30 - HP DL380 G6 - vsanapp1 Rückansicht.....   | 44 |
| Abbildung 31 - Schematische Darstellung - Rückansicht - FalconStor Appliances.....                 | 45 |
| Abbildung 32 - Zoning FabricA - FalconStor NSS Appliances.....                                     | 46 |
| Abbildung 33 - Schematische Darstellung - Verkabelung - FalconStor Appliances.....                 | 47 |
| Abbildung 34 - vsanapp Quorum und Header Storage Pools.....  | 48 |
| Abbildung 35 - IPStor Console Screenshot.....  | 50 |
| Abbildung 36 - AIM Systemarchitektur (Quelle: ITH-icoServe) [34].....                              | 53 |
| Abbildung 37 - AIM System FalconStor NSS SAN Resources.....  | 55 |
| Abbildung 38 - Schematische Darstellung der neuen Oracle RAC Datenbank Infrastruktur .....         | 56 |
| Abbildung 39 - Schematische Darstellung der neuen Oracle AIM Applikationsserver Infrastruktur....  | 59 |
| Abbildung 40 - Blade Chassis Belegung BC1-SR1 IST-Analyse 2010.....                                | I  |
| Abbildung 41 - Blade Chassis Belegung BC1-SR2 IST-Analyse 2010.....                                | II |
| Abbildung 42 - Blade Chassis Belegung BC1-SR1 SOLL-Zustand 2011 .....                              | V  |
| Abbildung 43 - Blade Chassis Belegung BC1-SR2 SOLL-Zustand 2011 .....                              | VI |

## Tabellenverzeichnis

|   |     |
|---|-----|
| Tabelle 1 - Speicherkapazitäten von Festplatten und der verschiedenen Baugröße [6].....     | 4   |
| Tabelle 2 - Entwicklung der Festplatten in Bezug auf Kapazität und Geschwindigkeit [7]..... | 5   |
| Tabelle 3 - Vor- und Nachteile Direct Attached Storage.....                                 | 7   |
| Tabelle 4 - Vor- und Nachteile Network Attached Storage .....                               | 10  |
| Tabelle 5 - Vor- und Nachteile Storage Area Network.....                                    | 14  |
| Tabelle 6 - SCSI Spezifikationen.....   | 16  |
| Tabelle 7 - Vor- und Nachteile iSCSI .....  | 18  |
| Tabelle 8 - HP EVA8100-SR1-1 Disk Layout IST-Analyse 2010 .....                             | III |
| Tabelle 9 - Hitachi AMS2500-SR1-1   SR2-1 SOLL-Zustand.....                                 | VII |

## Abkürzungsverzeichnis

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>AIM</b>        | Advanced Image Management                            |
| <b>ANSI</b>       | American National Standards Institute                |
| <b>ASM</b>        | Automatic Storage Management                         |
| <b>ATA</b>        | Advanced Technology Attachment                       |
| <b>ATAPI</b>      | Advanced Technology Attachment with Packet Interface |
| <b>ATM</b>        | Asynchronous Transfer Mode                           |
| <b>CIFS</b>       | Common Internet File System                          |
| <b>CNA</b>        | Converged Network Adapter                            |
| <b>DAS</b>        | Direct Attached Storage                              |
| <b>DC</b>         | Data Center  |
| <b>DCB</b>        | Data Center Bridging                                 |
| <b>DRS</b>        | Distributed Resource Scheduler                       |
| <b>eSATA</b>      | external Serial ATA                                  |
| <b>EVA</b>        | Enterprise Virtual Array                             |
| <b>FATA</b>       | Fibre Channel attached ATA                           |
| <b>FC</b>         | Fibre Channel  |
| <b>FC-AL</b>      | Fibre Channel – Arbitrated Loop                      |
| <b>FC-SW</b>      | Fibre Channel – Switched Fabric                      |
| <b>FCoE</b>       | Fibre Channel over Ethernet                          |
| <b>FCoEE</b>      | Fibre Channel over Enhanced Ethernet                 |
| <b>FCP</b>        | Fibre Channel Protocol                               |
| <b>Ges.m.b.H.</b> | Gesellschaft mit beschränkter Haftung                |
| <b>GUI</b>        | Graphical User Interface                             |
| <b>HA</b>         | High Availability                                    |
| <b>HBA</b>        | Host Bus Adapter                                     |
| <b>IDE</b>        | Integrated Device Electronics                        |
| <b>IETF</b>       | Internet Engineering Task Force                      |
| <b>ILM</b>        | Information Lifecycle Management                     |
| <b>iLO</b>        | integrated Lights-Out                                |
| <b>I/O</b>        | Input/Output   |
| <b>IP</b>         | Internet Protocol                                    |
| <b>IT</b>         | Informationstechnologie                              |
| <b>KIS</b>        | Krankenhaus Informations System                      |
| <b>LAN</b>        | Local Area Network                                   |
| <b>LUN</b>        | Logical Unit Number                                  |
| <b>LWL</b>        | Lichtwellenleiter                                    |
| <b>NAS</b>        | Network Attached Storage                             |
| <b>NIC</b>        | Network Interface Card                               |
| <b>NFS</b>        | Network File System                                  |

|                |  |
|----------------|--|
| <b>NetBIOS</b> | Network Basic Input Output System          |
| <b>NSS</b>     | Network Storage Server                     |
| <b>OSI</b>     | Open System Interconnection                |
| <b>PACS</b>    | Picture Archiving and Communication System |
| <b>PCI</b>     | Peripheral Component Interconnect          |
| <b>RAID</b>    | Redundant Array of Independent Disks       |
| <b>RAM</b>     | Random Access Memory                       |
| <b>RAC</b>     | Real Application Cluster                   |
| <b>RFC</b>     | Request for Comments                       |
| <b>RMAN</b>    | Recovery Manager                           |
| <b>RPM</b>     | RedHat Packet Manager                      |
| <b>SAN</b>     | Storage Area Network                       |
| <b>SATA</b>    | Serial ATA                                 |
| <b>SAS</b>     | Serial Attached SCSI                       |
| <b>SCSI</b>    | Small Computer System Interface            |
| <b>iSCSI</b>   | internet Small Computer System Interface   |
| <b>SOA</b>     | Service Oriented Architecture              |
| <b>SMB</b>     | Server Message Block                       |
| <b>SNIA</b>    | Storage Networking Industry Association    |
| <b>SSD</b>     | Solid State Disk                           |
| <b>STONITH</b> | Shoot the other Node in the Head           |
| <b>SVC</b>     | SAN Volume Controller                      |
| <b>TCP</b>     | Transmission Control Protocol              |
| <b>TILAK</b>   | Tiroler Landeskrankenanstalten             |
| <b>TSM</b>     | Tivoli Storage Manager                     |
| <b>USB</b>     | Universal Serial Bus                       |
| <b>WWN</b>     | World Wide Name                            |

## Vorwort

Die vorliegende Diplomarbeit wurde im Zeitraum von 01.06.2011 bis 01.09.2011 im Zuge des Fernstudiums im Fach Informationstechnik an der Hochschule Mittweida verfasst.

Ich möchte mich bei Herrn Prof. Wilfried Schmalwasser für die Betreuung während der Entstehung dieser Diplomarbeit bedanken. Besonders bedanken möchte ich mich bei Herrn Dr. Dietmar Reiter, der mir als betrieblicher Betreuer immer und jederzeit mit Rat und Tat zur Seite stand. Ebenso bei meinem direkten Vorgesetzten und Kommilitonen Herrn Ing. Romed Giner und bei Herrn Dr. Georg Lechleitner, Leiter der Abteilung Informationstechnologie am Landeskrankenhaus – Universitätskliniken Innsbruck für die Unterstützung seitens meines Arbeitgebers der Tiroler Landeskrankenanstalten Ges.m.b.H.. Und nicht zuletzt bei meiner Familie, meiner Frau Katrin und meinem Sohn Maximilian, die mir die nicht selbstverständliche Möglichkeit gegeben haben die Zeit für das Studium aufzuwenden.

# **1. Übersicht**

## **1.1 Motivation**

Durch den schnell wachsenden Speicherbedarf in der Informationstechnik, und insbesondere im Anwendungsfeld der Medizinischen Informatik ergibt sich ein immer höher werdender Aufwand zur Administration dieses Speichers und der ständig wachsenden Anzahl an Infrastruktur Komponenten. Die Migration von Daten, die von einem Storage System auf ein neues Storage System zu übertragen sind, sollte in akzeptabler Zeit erfolgen können, wobei die Menge an Daten, die migriert werden müssen, immer grösser wird.

Gleichzeitig werden die gesetzlichen Anforderungen an die Nachweisbarkeit qualifizierter Datenhaltung und an die Datensicherheit sowohl innerhalb der Unternehmen als auch aufgrund der zunehmenden Vernetzung zwischen den Unternehmen immer höher (z.B. Tiroler Krankenanstaltengesetz, Gesundheitstelematikgesetz, Medizinproduktegesetz, oder EU-Richtlinie für die Good Manufacturing Practice für arzneimittelherstellende Bereiche wie z.B. Blutbanken oder Gewebepanken).

Aus diesen Gründen wurde am Landeskrankenhaus – Universitätskliniken Innsbruck der Entschluss gefasst, die komplette Storage Infrastruktur im SAN zu virtualisieren. Aufgrund der bestehenden und sehr heterogenen Storage Infrastruktur wurde versucht eine herstellerunabhängige Storage Virtualisierungslösung zu finden. Es wird damit auch dem Umstand Rechnung getragen, dass jedes neu anzuschaffende Storage System im Zuge eines öffentlichen Ausschreibungsverfahrens beschafft wird und dadurch verschiedene Hersteller zum Zuge kommen können.

## **1.2 Zielsetzung**

Ziel dieser Diplomarbeit ist es, sowohl einen theoretischen Überblick über Technologien im Storage- und Virtualisierungsbereich, als auch ein praktisches Beispiel, wie eine Storage Virtualisierung in einem Gesundheitsunternehmen implementiert werden kann, zu bieten.

Im theoretischen Teil der Arbeit werden die technischen Grundlagen zu Storage, Storage Protokollen und SAN Technologien sowie Möglichkeiten zur Storage Virtualisierung vorgestellt.

Im praktischen Teil der Arbeit wird die Auswahl von FalconStor NSS für die Integration in unser SAN begründet. Es wird eine im Zuge des Einführungsprojektes durchgeführte IST- und SOLL Analyse beschrieben. Weiters werden FalconStor NSS Grundlagen, die Implementierung, Installation und Konfiguration von FalconStor NSS in unsere bestehende SAN Infrastruktur besprochen. Es werden die Möglichkeiten der Migration mittels Service

Enabled Devices und mit Hilfe von Virtual Devices aufgezeigt.

Zum Schluss werden die Ergebnisse zusammengefasst und es wird versucht einen Ausblick in die nächste Zukunft der Storage Virtualisierung innerhalb der TILAK zu geben.

## **1.3 Kapitelübersicht**

Die Diplomarbeit besteht aus 6 Kapiteln.

Nach der allgemeinen Einleitung mit der Darstellung der Motivation und der Zielsetzung im Kapitel 1 wird in Kapitel 2 die Grundlagen zu Storage, Storage Architekturen, Protokollen und Storage Area Networks erläutert.

Im Kapitel 3 werden die Möglichkeiten der Storage Virtualisierung aufgezeigt. Es werden Storage Virtualisierung Grundlagen besprochen und einige gängige Produkte vorgestellt.

Im Kapitel 4 wird das Konzept einer Storage Virtualisierungslösung im Landeskrankenhaus – Universitätskliniken Innsbruck vorgestellt. Nach einer kurzen Vorstellung der Tiroler Landeskrankenanstalten werden die Entscheidungsgrundlagen für die Einführung einer Storage Virtualisierungslösung aufgezeigt. Im Frühjahr 2010 wurde eine IST-Analyse erstellt und der SOLL-Zustand im Mai 2011 dargestellt.

Im Kapitel 5 wird die Installation der FalconStor NSS Appliances sowie die Installation und Konfiguration und Tests von FalconStor NSS IPStor dokumentiert. Den Abschluss des Kapitels bildet die Beschreibung der Migration des AIM Systems zur FalconStor NSS IPStor Software.

In Kapitel 6 werden die Ergebnisse und Erfahrungen der Implementierung diskutiert. Weiters wird der Versuch unternommen, eine Bewertung der Arbeit abzuliefern und einen Ausblick auf mögliche zukünftige Entwicklung im Bereich Storage Technologie für unser Gesundheitsunternehmen zu geben.



## 2. Storage Grundlagen

### 2.1 Storage

„Ein Datenspeicher oder Speichermedium dient zur Speicherung von Daten beziehungsweise Informationen. Der Begriff Speichermedium wird auch als Synonym für einen konkreten Datenträger verwendet.“ [4]

Wenn in der Diplomarbeit von Storage oder Datenspeicher gesprochen wird, wird in erster Linie von einem magnetischer Datenspeicher, genauer gesagt von einer Harddisk beziehungsweise Festplatte gesprochen.

Die Geschichte der Festplatte beginnt 1956 mit der Einführung der IBM 350 Disk Storage Unit.



Abbildung 1 - IBM 350 Disk Storage [5] (Quelle: IBM)

|                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| Kapazität:           | 5 MB                    |
| Anzahl der Scheiben: | 50 Stück a' 24 Zoll     |
| Zugriffszeit:        | 600 ms                  |
| Geschwindigkeit:     | 1.200 min <sup>-1</sup> |
| Gewicht:             | 500 kg                  |
| Stromverbrauch:      | 10 kW                   |

## Entwicklung der Speicherkapazitäten von Festplatten und der verschiedenen Baugrößen:

| Jahr | 5,25"                       | 3,5"    | 2,5"   | Typ/Modell mit hoher Kapazität                        |
|------|-----------------------------|---------|--------|---|
| 1956 | 5 MB<br>(24" Größe)         |         |        | IBM 350 Disk Storage Unit                             |
| 1962 | ca. 25/28 MB<br>(24" Größe) |         |        | IBM Ramac 1301  |
| 1981 | 10 MB                       |         |        | Seagate ST-412 (Aus dem IBM PC XT)                    |
| 1987 | 300 MB                      |         |        | Maxtor mit 300MB (5,25")                              |
| 1988 | 360 MB                      | 20 MB   |        | Maxtor XT-4380E (5,25")                               |
| 1990 | 676 MB                      | 106 MB  |        | Maxtor XT-8760E (5,25")                               |
| 1992 | 2 GB                        | 426 MB  | 120 MB | Seagate ST1480A (3,5")                                |
| 1993 |                             | 1,06 GB |        | Digital RZ26 (3,5")                                   |
| 1994 |                             | 2,1 GB  |        | Digital RZ28 (3,5")                                   |
| 1995 | 9,1 GB                      | 1,6 GB  | 422 MB | Conner CFL420A (2,5")                                 |
| 1997 | 12 GB                       | 16,8 GB | 4,8 GB | IBM Deskstar 16GP (3,5")                              |
| 1998 | 47 GB                       |         |        | Seagate ST446452W (47 GB, 5,25")                      |
| 2001 |                             | 180 GB  | 40 GB  | Seagate Barracuda 180 (ST1181677LW)                   |
| 2002 |                             | 320 GB  | 60 GB  | Maxtor MaXLine-Plus-II (320 GB, 3,5")                 |
| 2005 |                             | 500 GB  | 120 GB | Hitachi Deskstar 7K500 (500 GB, 3,5")                 |
| 2006 |                             | 750 GB  | 200 GB | Western Digital WD7500KS                              |
| 2007 |                             | 1 TB    | 320 GB | Hitachi Deskstar 7K1000 (1000 GB, 3,5")               |
| 2008 |                             | 1,5 TB  | 500 GB | Samsung Spinpoint M6 HM500LI (500 GB, 2,5")           |
| 2009 |                             | 2 TB    | 1 TB   | Western Digital Caviar Green WD20EADS (2000 GB, 3,5") |
| 2010 |                             | 3 TB    | 1,5 TB | Hitachi Deskstar 7K3000                               |

Tabelle 1 - Speicherkapazitäten von Festplatten und der verschiedenen Baugröße [6]

Die Tabelle zeigt die Entwicklung der Festplattenkapazität seit Beginn der ersten Festplatte, entwickelt 1956 von IBM (IBM 350 Disk Storage Unit). Vor allem in den letzten 10 Jahren gab es einen rasanten Wachstum bei der Speicherkapazität.

So wurde 2000 von IBM die damals größte verfügbare Festplatte mit einer Kapazität von 75 GB präsentiert (IBM Deskstar 75GXP). 2010 wurde von Hitachi die Hitachi Deskstar 7K3000 mit 3 TB Kapazität vorgestellt. Was einer Vergrößerung der Kapazität in den letzten 10 Jahren um das 41-fache bedeutet. Gleichzeitig ist der Preis/GB drastisch gesunken, sodass Speichersysteme mit immer größeren Kapazitäten zu günstigeren Preisen verfügbar sind.

## Entwicklung der Festplatten in Bezug auf Kapazität und Geschwindigkeit:

| Kategorie | Jahr | Modell                      | Größe       | Drehzahl                 | Datenrate     | Zugriffszeit |
|-----------|------|-----------------------------|-------------|--------------------------|---------------|--------------|
| Desktop   | 1989 | Seagate ST296N              | 80 MB       | 3.600 min <sup>-1</sup>  | 0,5 MB/s      | 40 ms        |
| Desktop   | 1998 | Seagate Medalist 2510–10240 | 2,5–10 GB   | 5.400 min <sup>-1</sup>  | ?             | 16,3 ms      |
| Server    | 1993 | IBM 0662                    | 1 GB        | 5.400 min <sup>-1</sup>  | ca. 5 MB/s    | 15,4 ms      |
| Desktop   | 1993 | Seagate Marathon 235        | 64–210 MB   | 3.450 min <sup>-1</sup>  | ?             | 24 ms        |
| Notebook  | 1998 | Hitachi DK238A              | 3,2–4,3 GB  | 4.200 min <sup>-1</sup>  | 8,7–13,5 MB/s | 19,3 ms      |
| Desktop   | 2000 | IBM Deskstar 75GXP          | 20–40 GB    | 5.400 min <sup>-1</sup>  | 32 MB/s       | 15,3 ms      |
| Server    | 2002 | Seagate Cheetah X15 36LP    | 18–36 GB    | 15.000 min <sup>-1</sup> | 52–68 MB/s    | 5,8 ms       |
| Server    | 2007 | Seagate Cheetah 15k.6       | 146–450 GB  | 15.000 min <sup>-1</sup> | 112–171 MB/s  | 5,6 ms       |
| Notebook  | 2008 | Seagate Momentus 5400.6     | 120–500 GB  | 5.400 min <sup>-1</sup>  | 39–83 MB/s    | 18 ms        |
| Desktop   | 2009 | Seagate Barracuda 7200.12   | 160–1000 GB | 7.200 min <sup>-1</sup>  | 125 MB/s      | 12,9 ms      |

Tabelle 2 - Entwicklung der Festplatten in Bezug auf Kapazität und Geschwindigkeit [7]

Aus Tabelle 1 und Tabelle 2 kann man erkennen, dass sich die Kapazität und Geschwindigkeit in den letzten Jahrzehnten seit der Einführung von Festplattenspeicher vervielfacht hat. Gleichzeitig ist auch die Anzahl der Server, die in einem Rechenzentrum betrieben werden stark gestiegen. Es ergibt sich daraus auch ein immer größer werdender Aufwand in der Administration der Server- und Speichersysteme. Ein Unternehmen ist in der Regel ohne Informationstechnik mit all ihren Aufwänden nicht überlebens- und konkurrenzfähig. In den nächsten drei Kapiteln wird daher aufgezeigt, wie Storage im Allgemeinen verfügbar gemacht werden kann.

### 2.1.1 Direct Attached Storage (DAS)

Unter Direct Attached Storage (DAS) versteht man Speichersysteme die direkt (Point to Point) an einen Host angeschlossen sind. Das Speichersystem ist dann, in der Regel, nur für den Host ansprechbar an dem es angeschlossen ist.



Abbildung 2 - DAS Server – Speichersystem (Quelle: Hewlett Packard)

Aufgrund der direkten Anschlussweise ergeben sich sowohl Vor- als auch Nachteile. Üblicherweise haben DAS Systeme Vorteile bei der Geschwindigkeit. Durch den Einsatz moderner Schnittstellentechnologien wie SAS 6G oder SATA 6G und moderner SSDs (OCZ Vertex 3) sind derzeit Übertragungsraten bis 500 MB/s realisierbar. Ein gravierender Nachteil ist die fehlende Möglichkeit zur einfachen Kapazitätserweiterung. Ist das Speichersystem ausgelastet, muss üblicherweise ein neuer Server mit einem neuen Speichersystem installiert werden.

Dies wiederum steigert den Aufwand in der Administration der einzelnen Serversysteme, da für jeden Server mit Speichersystem Administrationsaufwand betrieben werden muss.

Auch ist es im Gegensatz zu Netzwerk orientierten Speichersystemen nur sehr schwer möglich, den Speicherplatz anderen Serversystemen zur Verfügung zu stellen.

## Häufig verwendete Übertragungsprotokolle:

## Consumer Bereich:

|           |                                   |
|-----------|-----------------------------------|
| ATA/ATAPI | Übertragungsraten bis 133 MByte/s |
| SATA      | Übertragungsraten bis 6 Gbit/s    |
| eSATA     | Übertragungsraten bis 3 Gbit/s    |
| Firewire  | Übertragungsraten bis 3,2 Gbit/s  |
| USB 2.0   | Übertragungsraten bis 480 Mbit/s  |

## Server Bereich:

|               |                                   |
|---------------|-----------------------------------|
| SCSI          | Übertragungsraten bis 320 MByte/s |
| SAS           | Übertragungsraten bis 6 Gbit/s    |
| Fibre Channel | Übertragungsraten bis 8 Gbit/s    |

## Vor- und Nachteile Direct Attached Storage:

| Vorteile                          | Nachteile                      |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| ↑ kostengünstig                   | ↓ kein gemeinsamer Zugriff     |
| ↑ schnell                         | ↓ schlecht erweiterbar         |
| ↑ einfache Technologie            | ↓ hoher Administrationsaufwand |
| ↑ kein Spezialwissen erforderlich |                                |

Tabelle 3 - Vor- und Nachteile Direct Attached Storage

## 2.1.2 Network Attached Storage (NAS)

Network Attached Storage ist üblicherweise ein Speichersystem, das Speicherplatz über das LAN für Clients zur Verfügung stellen kann.

NAS Server:

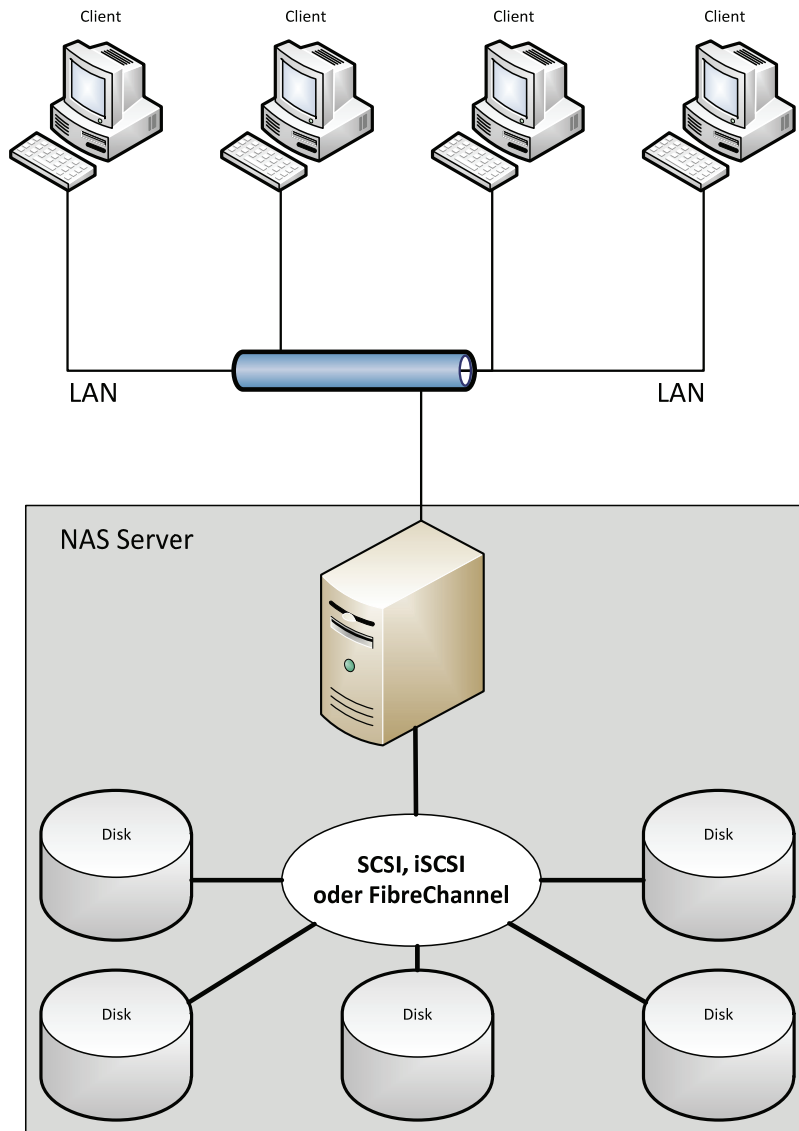


Abbildung 3 - NAS Server [8]

Ein NAS Server ist ein vorkonfigurierter File Server mit internen Festplatten, welcher seine Speicherkapazität über das LAN zur Verfügung stellt.

## NAS Gateway:

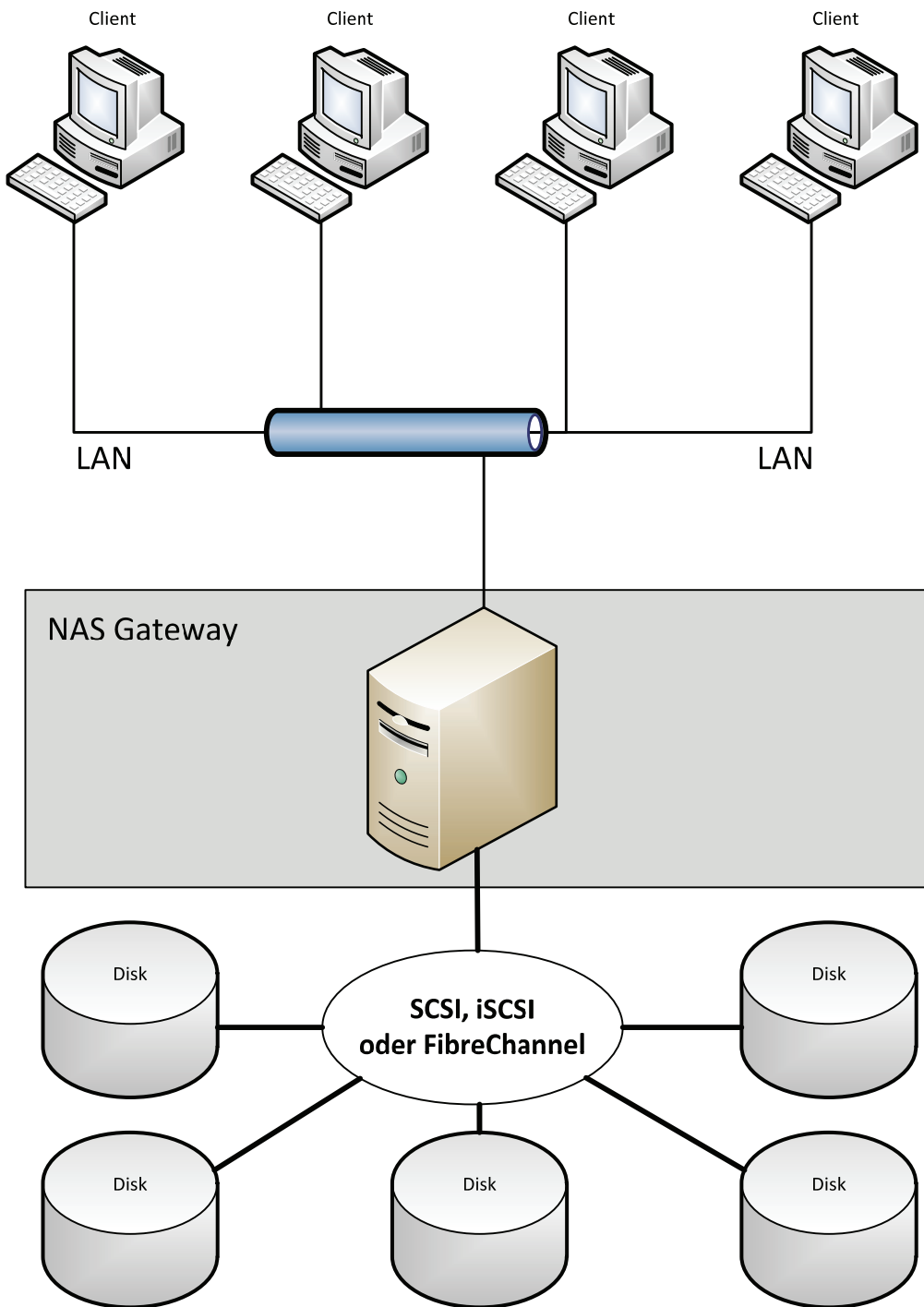


Abbildung 4 - NAS Gateway [9]

Ein NAS Gateway ist ein vorkonfigurierter File Server, welcher im Speichernetz verfügbare Speicherkapazität über das LAN bereitstellt.

Ein NAS Server / NAS Gateway stellt den Clients vorkonfigurierten Speicherplatz zur Verfügung. Der Speicherplatz wird Datei-basiert zur Verfügung gestellt. Die wichtigsten Protokolle sind NFS, SMB und CIFS.

Das Network File System [10] (NFS) Protokoll wurde 1984 von der Firma SUN Microsystems entwickelt. Es wird mit dem Request for Comments (RFC) 1094 [11] erstmals beschrieben.

Das Server Message Block [12] (SMB) Protokoll wurde 1983 von IBM vorgestellt. In weiterer Folge wurde und wird es von Microsoft, dem Samba Team, Thursby und IBM weiterentwickelt.

Das Common Internet File System [13] (CIFS) wurde 1996 von Microsoft vorgestellt und ist eine erweiterte Version von SMB und beruht auf NetBIOS over TCP/IP.

Wurden NAS Server / NAS Gateways ursprünglich nur im Server Bereich für den Zugriff von Clients auf Speicherplatz im Netzwerk genutzt, ist in den letzten Jahren auch immer mehr zu beobachten, dass NAS Server auch im Consumer Bereich Einzug halten. Dort werden am heimischen NAS Server Filme, Fotos und Musik gespeichert und im heimischen Netzwerk auf Geräte, zum Beispiel Fernseher, Musikanlagen, Computer oder Media Player, verteilt.

Vor- und Nachteile Network Attached Storage:

| Vorteile                                    | Nachteile   |
|---|---|
| ↑ zentraler Speicherplatz                   | ↓ nicht für I/O intensive Anwendungen                             |
| ↑ einfache Administration und Konfiguration | ↓ Transfergeschwindigkeit   |
| ↑ große Speicherkapazitäten realisierbar    | ↓ Engpässe bei der Verteilung großer Datenmengen an viele Clients |
| ↑ von Server unabhängig                     |   |

Tabelle 4 - Vor- und Nachteile Network Attached Storage



## 2.1.2 Storage Area Network (SAN)

Bei einem Storage Area Network (SAN) handelt es sich um ein meistens auf dem Fibre Channel Standard basierendes Netzwerk. Ziel ist es, Servern die an ein SAN angeschlossen sind, Zugang zu allen Speichersystemen, die im SAN angeschlossen sind, zu ermöglichen. Im Gegensatz zu einem NAS, wo ein Datei basierender Zugriff erfolgt, ist im SAN der Datenzugriff Block basierend. In einem SAN gibt es „any-to-any“ Verbindungen, die mit Hilfe von Verbindungselementen wie Direktoren, Switches, Router, Gateways und Hubs realisiert werden.

### SAN Komponenten:

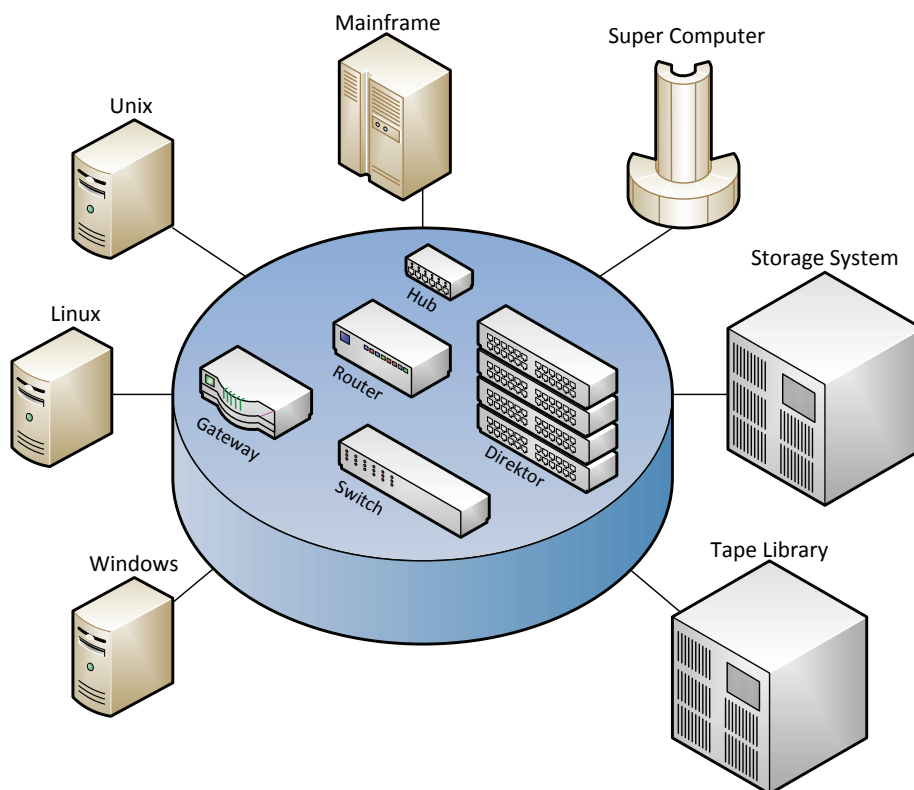


Abbildung 5 - SAN Komponenten

Zusammenfassend kann man sagen, dass ein SAN ein hoch performantes, meistens hoch-redundantes Netzwerk, das eine serielle Block basierende Datenübertragung ermöglicht, darstellt.

Wenn man heutzutage von einem Storage Area Network spricht, ist in den meisten Fällen von einem Fibre Channel Storage Area Network die Rede. Dies muss aber nicht zwingend sein, ebenso kann ein Storage Area Network auf IP beruhen. Dann würde iSCSI als Protokoll eingesetzt werden.

In dieser Diplomarbeit ist aber, wenn von Storage Area Network gesprochen wird, von einem Fibre Channel Storage Area Network die Rede.

In einem Fibre Channel Storage Area Network (SAN) unterscheidet man drei verschiedenen Topologien, Point to Point, Arbitrated Loop und Fabric.

FC Point to Point:

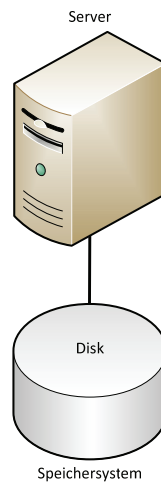


Abbildung 6 - Point to Point San Topologie

Die Point to Point Verbindung ist eine Erweiterung des DAS Konzepts. Mit einer Fibre Channel Point to Point Verbindung sind sehr lange Kabelverbindungen möglich. Die beiden Geräte bilden eine bidirektionale Verbindung, die sich die gesamte Bandbreite teilen (aktuell bis 8 Gbit/s).

FC Arbitrated Loop (FC-AL):

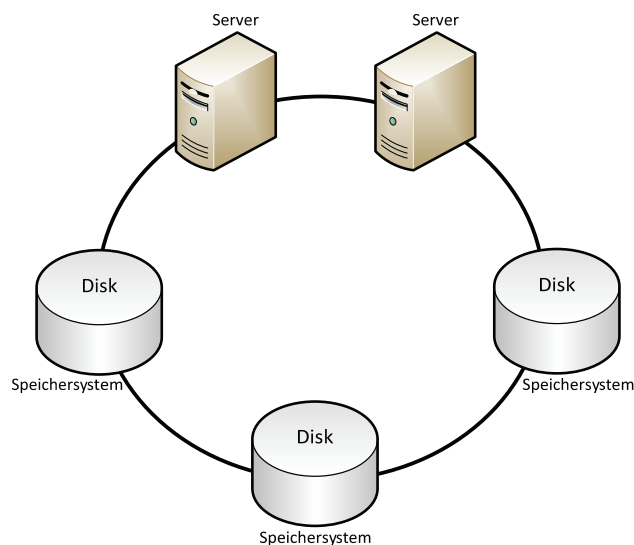


Abbildung 7 - Arbitrated Loop Topologie

Bei einem Fibre Channel Arbitrated Loop (FC-AL) handelt es sich um einen unidirektionalen Ring, in dem immer nur zwei Geräte gleichzeitig miteinander Daten austauschen können. Es sind maximal 127 Geräte in einem Loop verfügbar, die sich die Bandbreite teilen müssen. Aufgrund dieser Einschränkungen wird der Fibre Channel Arbitrated Loop am ehesten in Storage Area Networks verwendet, bei denen nur sehr wenige Geräte miteinander verbunden werden müssen.

FC Switched Fabric (FC-SW):

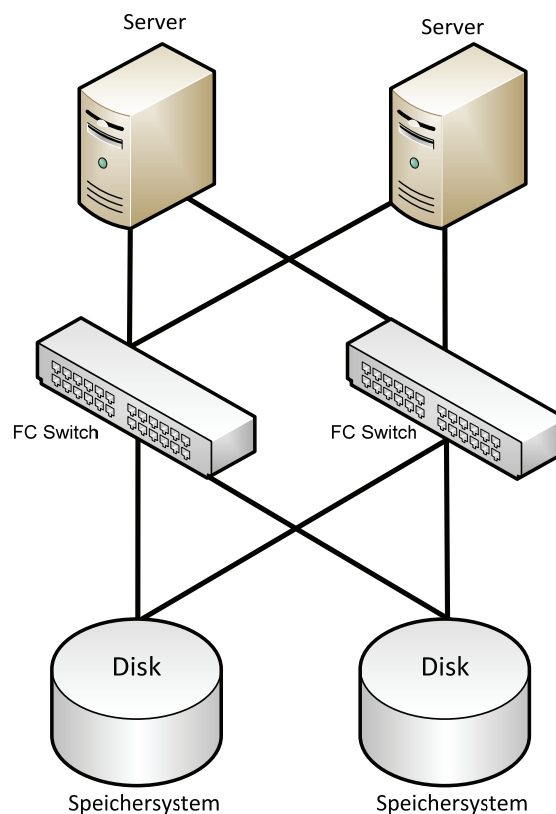


Abbildung 8 - Switched Fabric Topologie

Bei einer Fiber Channel Switched Fabric (FC-SW) handelt es sich um ein Netzwerk, bei dem mehrere Geräte Daten gleichzeitig mit voller Bandbreite austauschen können. Dazu benötigt man in der Fabric einen oder mehrere Fibre Channel Switch zwischen den Endgeräten. Da für die Adressierung 24 Bit zur Verfügung stehen, sind theoretisch mehr als 16 Millionen Geräte adressierbar.

In jedem Server, Speichersystem oder Switch sind ein oder mehrere Fibre Channel Ports vorhanden. Bei Servern wird dies durch den Einbau sogenannter Host Bus Adapter (HBA) realisiert.

## Erläuterung der wichtigsten Port Typen:

- N-Port: Node Ports erlauben es dem Endgerät (Server, Storage) in einer Fabric Topologie oder einer Point to Point Verbindung teilzunehmen.
- F-Port: Fabric Ports sind in einem Fibre Channel Switch verbaut.
- L-Port: ein Loop Port ermöglicht dem Endgerät in der Arbitrated Loop Topologie teilzunehmen.
- NL-Port: ein Node Loop Port ermöglicht es dem Endgerät sowohl in einer Fabric als auch in einer Arbitrated Loop Topologie teilzunehmen.
- FL-Port: mit Hilfe eines Fabric Loop Port kann man einen Arbitrated Loop mit einer Fabric verbinden.
- E-Port: ein Expansion Port dient zur Verbindung zweier Fibre Channel Switch.

## Vor- und Nachteile Storage Area Network:

| Vorteile                                 | Nachteile                      |
|--|--------------------------------|
| ↑ sehr leistungsfähig                    | ↓ kostenintensiv               |
| ↑ mehrfache Redundanzen möglich          | ↓ relativ komplexe Technologie |
| ↑ große Speicherkapazitäten realisierbar | ↓ hoher Administrationsaufwand |
| ↑ leicht erweiterbar                     |                                |

Tabelle 5 - Vor- und Nachteile Storage Area Network

## 2.2 Protokolle

### 2.2.1 SCSI/SAS

„Das Small Computer System Interface (SCSI) ist ursprünglich als eine standardisierte parallele Schnittstelle für die Verbindung und Datenübertragung zwischen Peripheriegeräten und dem Computer-Bus entstanden. Seit der Definition der SCSI-3 Standards ist SCSI jedoch als Protokoll definiert, das sich verschiedener Transportmechanismen bedienen kann“ [14].

„Das SCSI-Protokoll definiert, wie die Geräte über den SCSI-Bus miteinander kommunizieren: Es legt fest, wie die Geräte den SCSI-Bus reservieren und in welchem Format Daten übertragen werden. Das SCSI-Protokoll wurde im Laufe der Jahre weiterentwickelt, um es an den technischen Fortschritt anzupassen“ [15].

„Ein SCSI Bus verbindet einen Server mit mehreren Peripheriegeräten. SCSI definiert sowohl die Beschaffenheit der Verbindungskabel als auch das Übertragungsprotokoll“ [16].

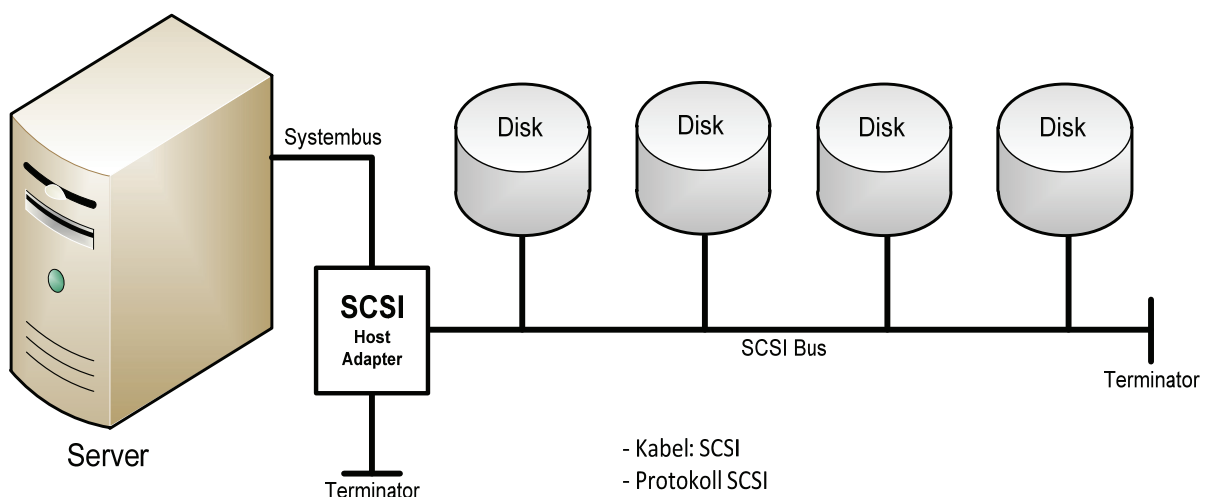


Abbildung 9 - SCSI Bus [16]

## SCSI Spezifikationen [17] :

| Spezifikation / Modus       | Busbreite | max. Übertragungsrate | int. Verbindung           | ext. Verbindung                  | max. Kabellänge          | max. Anzahl Geräte   |
|-----------------------------|-----------|-----------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------|----------------------|
| SCSI-1                      | 8 Bit     | 5 MByte/s             | 50pol. Std. Flachband (f) | DB25                             | 6m                       | 8 (7 + Controller)   |
| SCSI-2                      | 8 Bit     | 5 MByte/s             | 50pol. Std. Flachband (f) | DB25                             | 3m                       | 8 (7 + Controller)   |
| FastSCSI                    | 8 Bit     | 10 MByte/s            | 50pol. Std. Flachband (f) | DB25 / HD 50-pin                 | 3m                       | 8 (7 + Controller)   |
| WideSCSI                    | 16 Bit    | 10/20 MByte/s         | 68pol. HD 68-pin (m)      | HD 68-pin, VHD Centronics 68-pin | 3m                       | 16 (15 + Controller) |
| UltraSCSI (Fast-20)         | 8 Bit     | 20 MByte/s            | 50pol. Std. Flachband (f) | HD 50-pin, VHD Centronics 50-pin | 3m (4 Geräte) sonst 1,5m | 8 (7 + Controller)   |
| UltraWideSCSI               | 16 Bit    | 40 MByte/s            | 68pol. HD 68-pin (m)      | HD 68-pin                        | 1,5m                     | 16 (15 + Controller) |
| Ultra-2-SCSI (Fast-40 LVDS) | 16 Bit    | 80 MByte/s            | 68pol. HD 68-pin (m)      | HD 68-pin                        | 12m (LVD)                | 16 (15 + Controller) |
| U160                        | 16 Bit    | 160 MByte/s           | 68pol. HD 68-pin (m)      | HD 68-pin                        | 12m (LVD)                | 16 (15 + Controller) |
| U320                        | 16 Bit    | 320 MByte/s           | 68pol. HD 68-pin (m)      | HD 68-pin                        | 12m (LVD)                | 16 (15 + Controller) |

Tabelle 6 - SCSI Spezifikationen

„Geräte am SCSI-Bus werden durch Target IDs unterschieden. Komponenten innerhalb von Geräten (virtuelle Festplatten, Bandlaufwerke und Roboter in Tape Libraries) werden durch LUNs unterschieden“ [18].

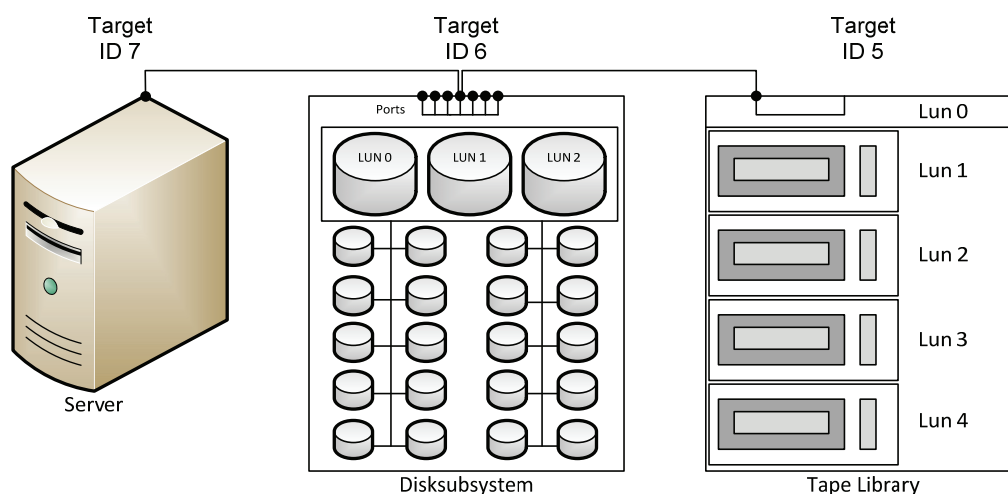


Abbildung 10 - SCSI Targets [18]

2004 wurde, als Erweiterung des finalen parallelen SCSI Standard U320 die Serial Attached SCSI (SAS) Schnittstelle vorgestellt. SAS ist seriell ausgelegt, wodurch die Übertragungsrate im Vergleich zum parallelen SCSI Standard U320 erhöht werden konnte. Derzeitiger Standard ist SAS 6G mit einer maximalen Übertragungsrate von 6 Gbit/s. 2013 wird der nächste SAS Standard erwartet, die Übertragungsrate verdoppelt sich auf 12 Gbit/s.

Logische Hierarchie der SAS Protokoll Routinen:

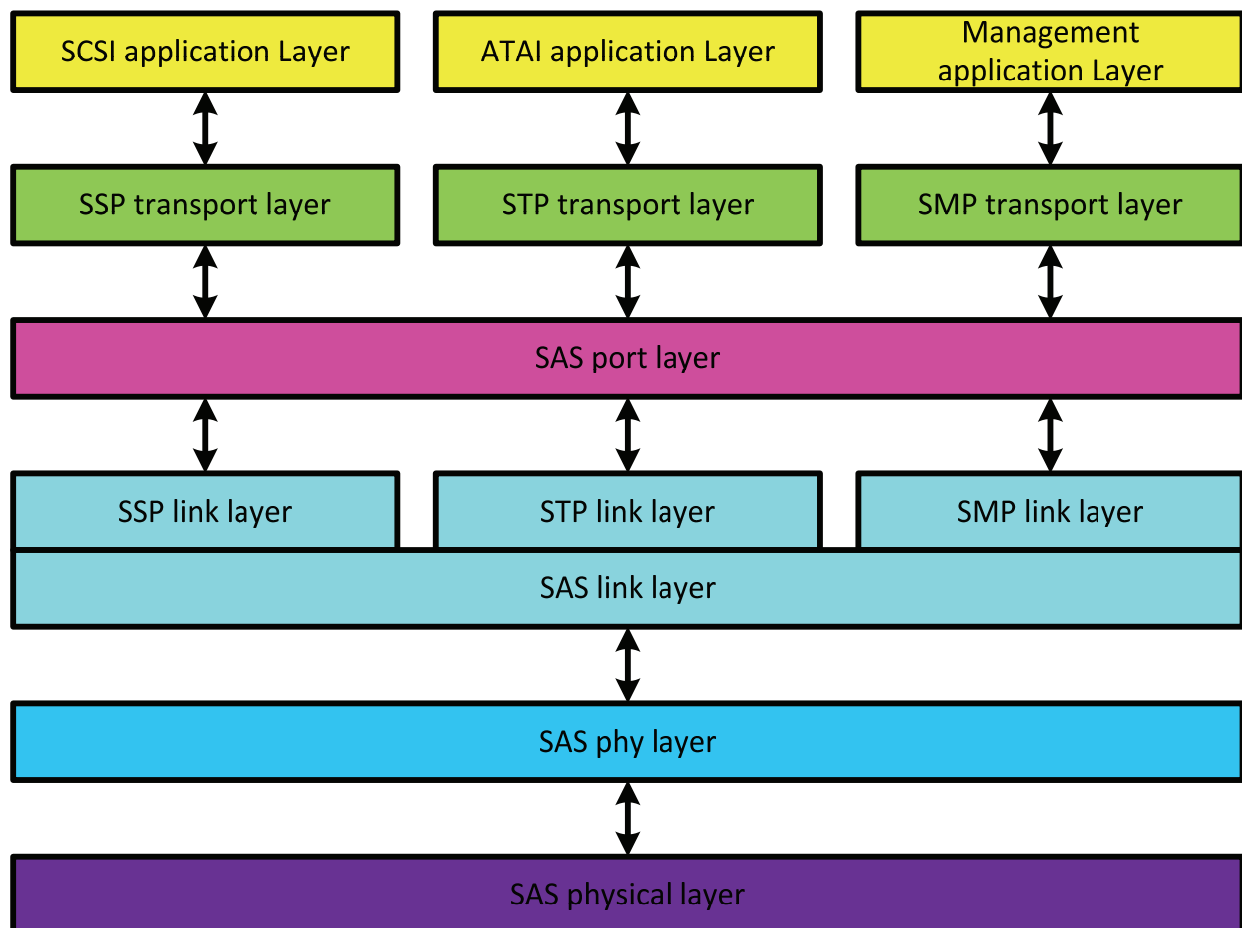


Abbildung 11 - SAS Protokoll Routinen [19]

## 2.2.2 iSCSI

Die Kernidee von Internet SCSI (iSCSI) ist das SCSI-Protokoll über TCP/IP zu übertragen. iSCSI verfolgt damit einen ähnlichen Ansatz wie ein Fibre Channel SAN mit dem Unterschied, dass bei iSCSI eine TCP/IP-Ethernet-Verbindung das SCSI Kabel ersetzt.

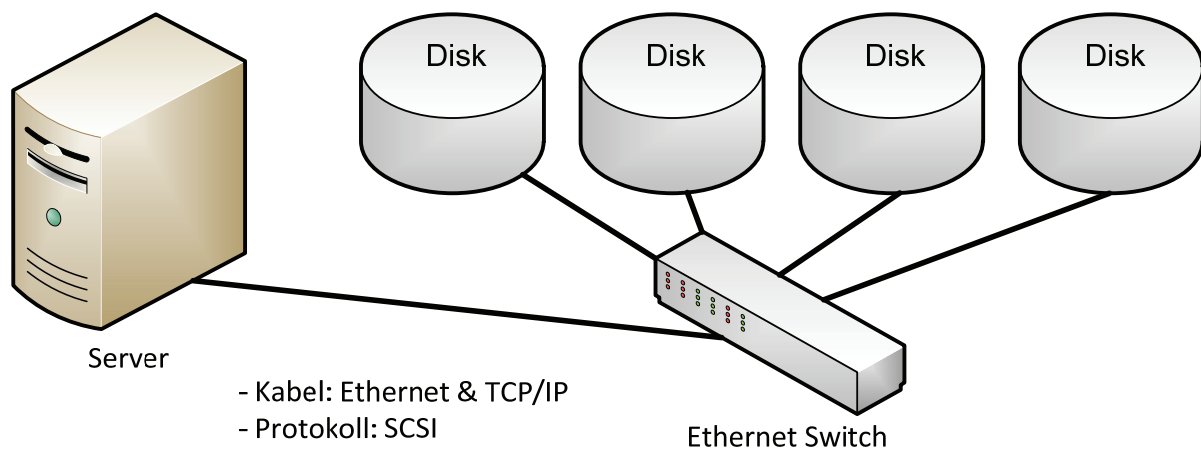


Abbildung 12 - iSCSI Bus [20]

Der iSCSI Standard wurde von der Storage Networking Industry Organization (SNIA) erstellt und ist von der Internet Engineering Task Force (IETF) durch das Request for Comment (RFC) 3270 [21] vom April 2004 beschrieben.

Vor- und Nachteile iSCSI:

| Vorteile   | Nachteile                                  |
|--|--|
| ↑ bestehende Infrastruktur kann verwendet werden | ↓ geringere Performance                    |
| ↑ Server benötigen keinen zusätzlichen HBA       | ↓ erhöhter Protokoll Overhead durch TCP/IP |
| ↑ routingfähig                                   | ↓ erhöhte I/O Anforderungen                |
|  | ↓ erhöhte Latenzzeiten im Ethernet Switch  |

Tabelle 7 - Vor- und Nachteile iSCSI



## 2.2.3 Fibre Channel

Fibre Channel ist eine Netzwerk Technologie, welche für die serielle Übertragung von Daten mit hohen Übertragungsraten auf weiten Entfernungen konzipiert ist. Es ist ebenfalls ein Standardprotokoll aus dem Bereich Storage Area Network (SAN).

Fibre Channel ist ein offener Standard, welcher durch das American National Standards Institute (ANSI) definiert wird.

Das Fibre Channel Protokoll (FCP) ist ein Transport Protokoll das überwiegend SCSI Befehle über Fibre Channel Netzwerke überträgt. Es können aber nicht nur das SCSI Protokoll im Fibre Channel Netzwerk verwendet werden, sondern auch andere sogenannte Upper Layer Protocols wie IP, ATM und Fibre Connection (FICON = ESCON over FC) (siehe Abbildung 12 – Fibre Channel Protokollturm).

Fibre Channel Frame:

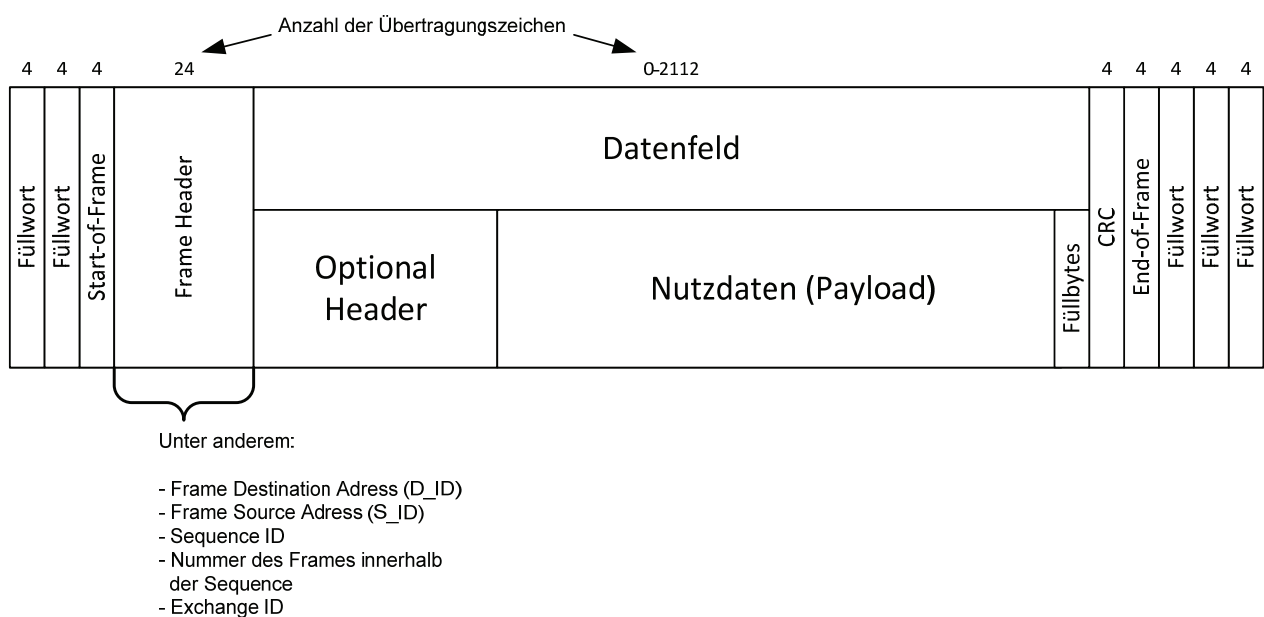


Abbildung 13 - Fibre Channel Frame [22]

Das Fibre Channel Protokoll folgt nicht dem OSI- Schichten-Modell, ist aber ähnlich dem OSI-Modell in 5 Schichten unterteilt. (siehe Abbildung 18 – Stack Vergleich).

## Fibre Channel Protokollturm:

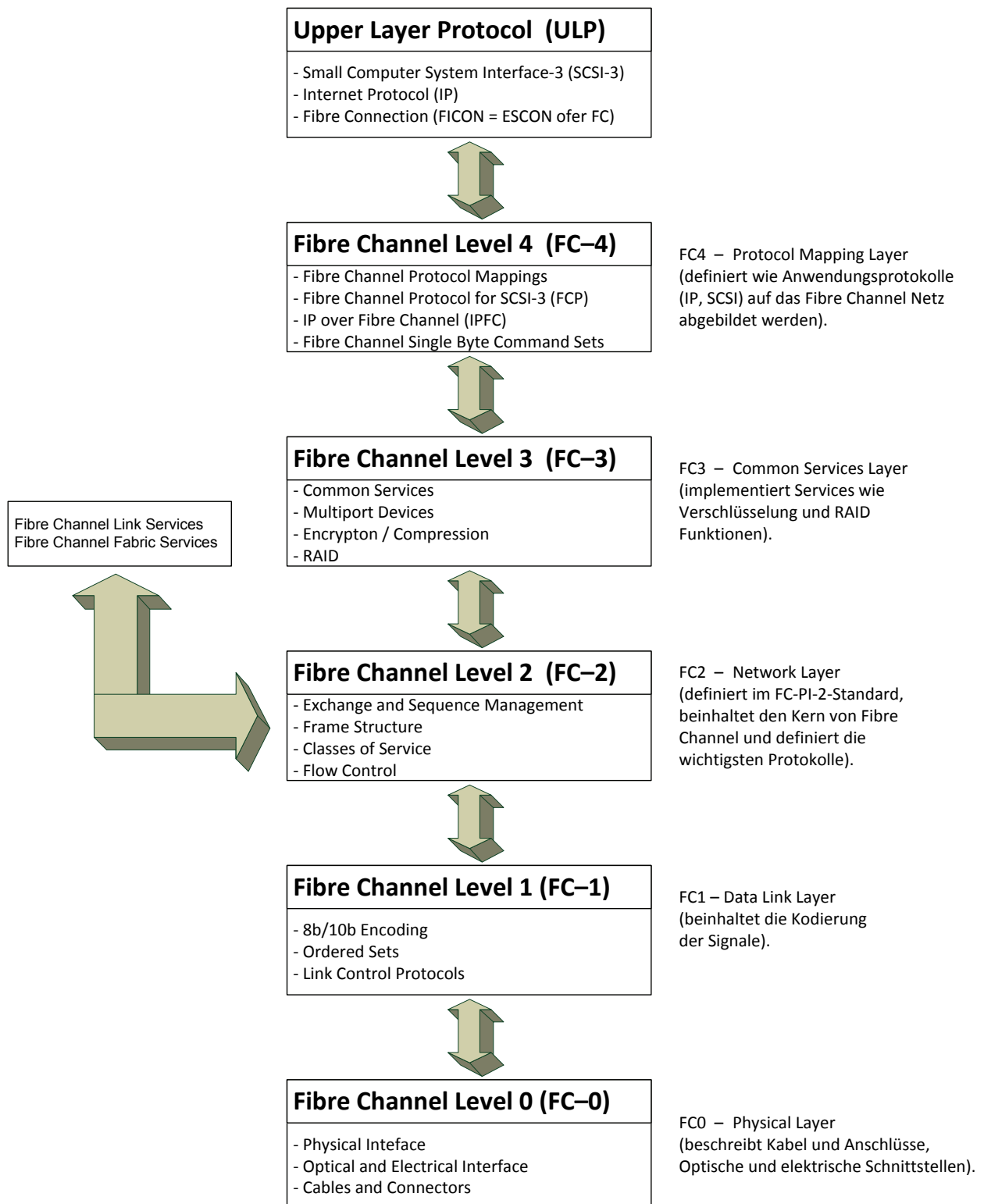


Abbildung 14 - Fibre Channel Protokollturm [23]

## 2.2.4 Fibre Channel over Ethernet (FCoE)

Bei Fibre Channel over Ethernet wird der Fibre Channel Frame in Vollduplex-Ethernet basierten Netzwerken übertragen. Der FCoE Standard dient zur Konsolidierung von Netzwerken im Data Center. Es werden nicht mehr 2 Adapter (HBA und NIC) für die Übertragung von Netzwerk und Storage Daten benötigt, sondern der Datenverkehr erfolgt nur mehr über ein Ethernet basierendes Netzwerk mit Hilfe eines sogenannten Converged Network Adapter (CNA).

Verkabelung von Ethernet und Fibre Channel im Datacenter:

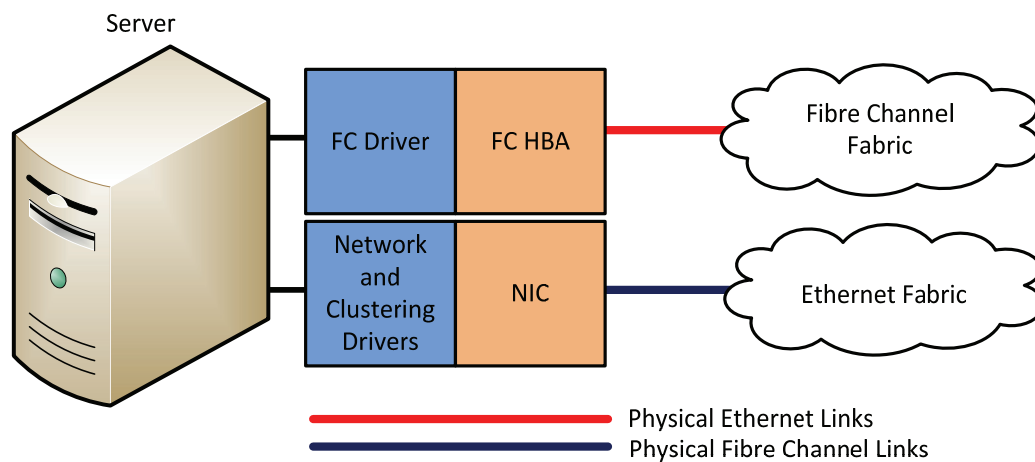


Abbildung 15 - Verkabelung von Ethernet und Fibre Channel im Datacenter [24]

Verkabelung mit CNA Adapter im Datacenter:

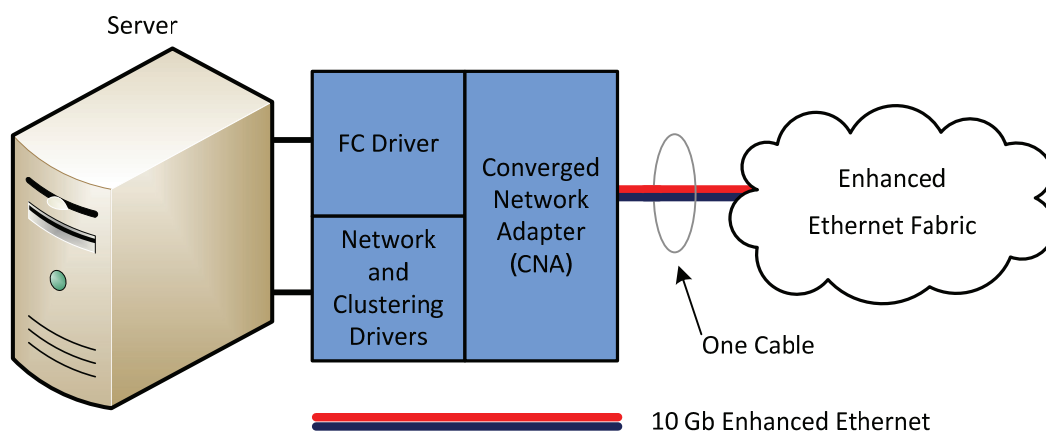


Abbildung 16 - CNA Verkabelung [25]

Wie in Abbildung 14 ersichtlich, wird bei FCoE für das FC Netzwerk kein eigener HBA, kein eigenes Kabel und kein eigener Switch mehr benötigt. Auch die Administration des Netzwerkes wird vereinfacht.

Voraussetzung für die Einführung von FCoE ist die Erweiterung der Bandbreite im Ethernet Netzwerken mit der Einführung von 10Gb Ethernet sowie die Anpassung des Ethernet Standards an die Bedürfnisse der Übertragung von Fibre Channel über Ethernet.

Ein weiterer Unterschied der zu beachten ist, ist die grundsätzlich unterschiedliche Verbindungsart von Fibre Channel und Ethernet.

Ethernet Netzwerk: routbar, verbindungsorientiert  
 Fibre Channel Netzwerk: nicht routbar, verbindungslos

Um das zu umgehen ist eine Anpassung des Ethernet Frames und der Protokollschichten notwendig, woraus sich der Enhanced Ethernet Standard entwickelt hat.

Fibre Channel over Ethernet (FCoE) Frame:

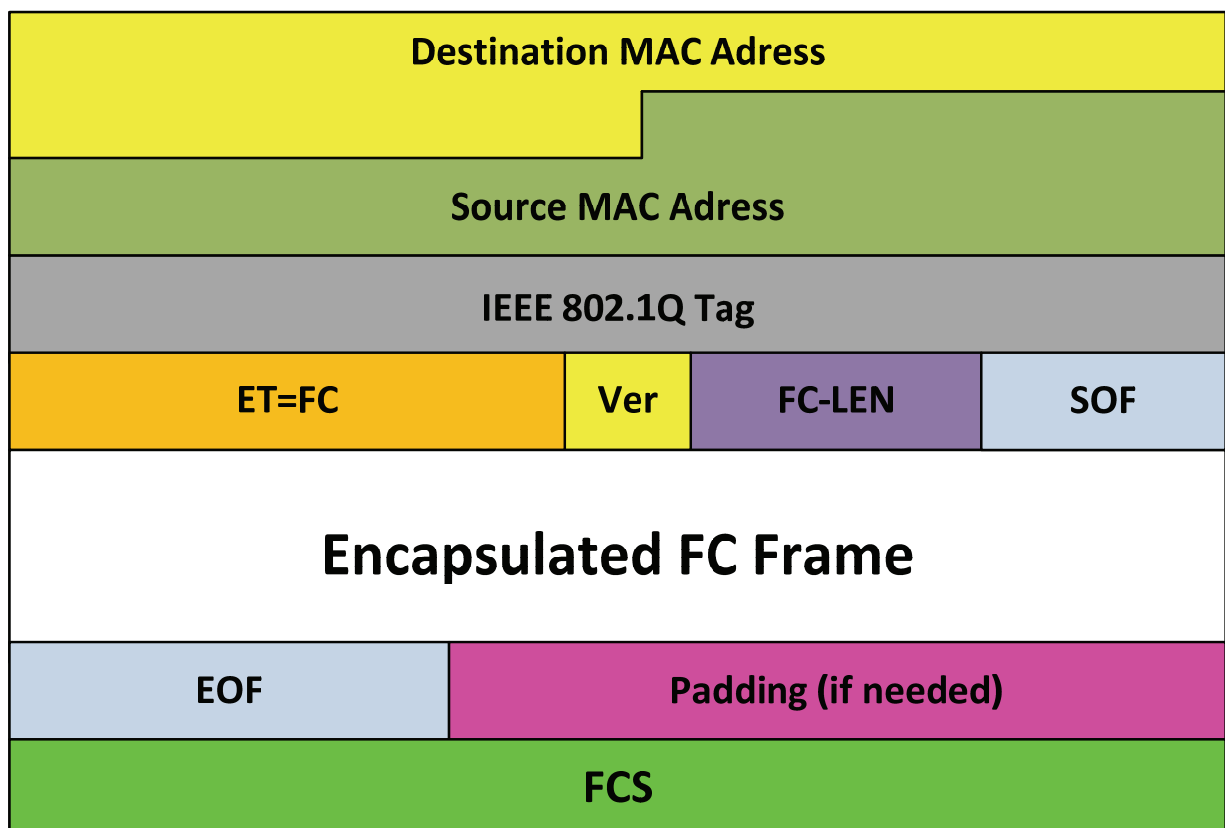


Abbildung 17 - FCoE Frame [26]

## Stack Vergleich OSI – FCoE – FC:

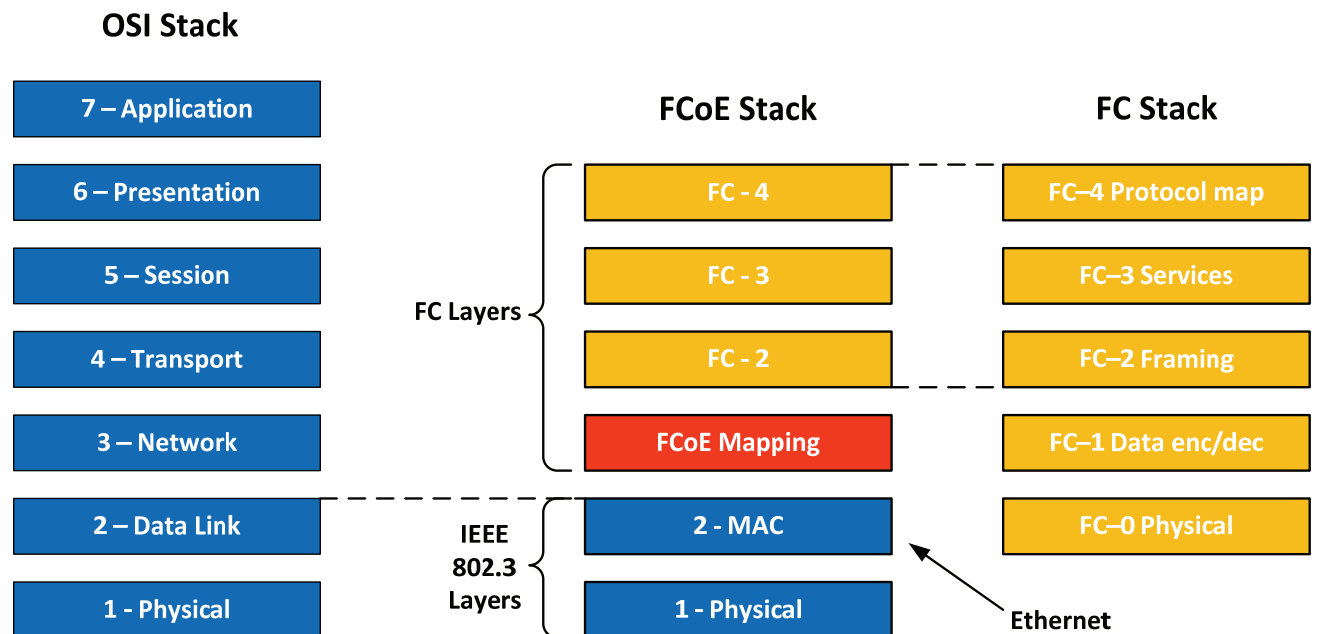


Abbildung 18 - Stack Vergleich OSI – FCoE – FC [27]

## Frame Aufbau bei FCoE:

Wie man in Abbildung 18 erkennt, wird der FC Frame in den Ethernet Frame eingebettet. Damit es zu keiner Fragmentierung kommt (Ethernet Frame Payload: 1518 Byte, Fibre Channel Frame Payload: 2112 Byte), ist es notwendig, dass die Ethernet Infrastruktur „Baby“ Jumbo Frames mit 2500 Bytes unterstützt. Man spricht bei der unterstützten Ethernet Infrastruktur von Fibre Channel over Enhanced Ethernet (FCoEE) oder auch Data Center Bridging (DCB).

## 3. Storage Virtualisierung

### 3.1 Storage Virtualisierung Grundlagen

„Unter Speichervirtualisierung versteht man im Allgemeinen die Trennung von Speicher in die physikalische Implementierungsebene der Speichergeräte und die logische Darstellungsebene des Speichers zur Verwendung durch Betriebssysteme, Anwendungen und Benutzer.“ [28]

In den letzten Jahren sind die Kosten für Storage System immer weiter gefallen. Zur gleichen Zeit wurde der Bedarf an Storage immer höher. Es wird immer mehr Speicherplatz im SAN den Servern zur Verfügung gestellt und der Administrationsaufwand steigt mit jedem neuen Storage System. Diesen Zusammenhang zwischen zur Verfügung gestellten Speicherplatz und Administrationsaufwand gilt es aufzulösen.

Ein möglicher Ansatz, um die Verwaltung von großen Datenmengen ressourcenschonend und effizient in den Griff zu bekommen, ist die Einführung einer Storage Virtualisierungslösung. Dabei ist die Grundidee der Storage Virtualisierung die Speichervirtualisierungsfunktionen von den Servern (Volume Manager, Snapshots, Dateisysteme) und den Storage Systemen (Caching, RAID, Instant Copy, Remote Mirroring, LUN Masking) in das SAN zu integrieren. Damit kann eine neue Virtualisierungsinstanz im SAN geschaffen werden, die durch ihre zentrale Platzierung im SAN alle SAN Komponenten wie Server und Storage Systeme überspannt. Diese Storage Virtualisierungslösung sollte, dank ihrer zentralen Platzierung, nicht nur den Administrationsaufwand im SAN senken, sondern auch Vorteile in Bezug auf eine effizientere Auslastung der Storage Systeme ermöglichen. Außerdem sollte sie zur Verbesserung der Performance im SAN beitragen und die Verfügbarkeit der Storage Systeme durch integrierte Spiegel Funktionen erhöhen.

Storage Virtualisierung im Server:

Die Virtualisierung im Hauptspeicher kann im Volume Manager des Betriebssystems oder in Dateisystemen oder Datenbanken erfolgen. Bei einer Virtualisierung im Volume Manager liegt die Hauptlast der Virtualisierung komplett am Server. Vor allem externe und interne Busse werden stärker beansprucht.

Es besteht die Möglichkeit auf dem Host Bus Adapter RAID Funktionen zwischen dem Server und dem Storage System zu realisieren. Dadurch wird der Server genauso entlastet wie bei der Virtualisierung im Storage System. Allerdings kommt es bei vielen Operationen zu einer höheren Belastung am I/O Bus zwischen Server und Storage System.

### Storage Virtualisierung am Storage System:

Bei der Storage Virtualisierung am Storage System werden Funktionen wie Remote Mirroring und Instant Copies direkt auf der Hardware des Storage Systems ausgeführt. Dadurch wird der I/O Kanal zwischen Server und Storage System nicht belastet. Nachteile ergeben sich dadurch, dass die Funktionen üblicherweise nur zwischen baugleichen Storage Systemen verfügbar sind.

### Speichervirtualisierung im Speichernetz :

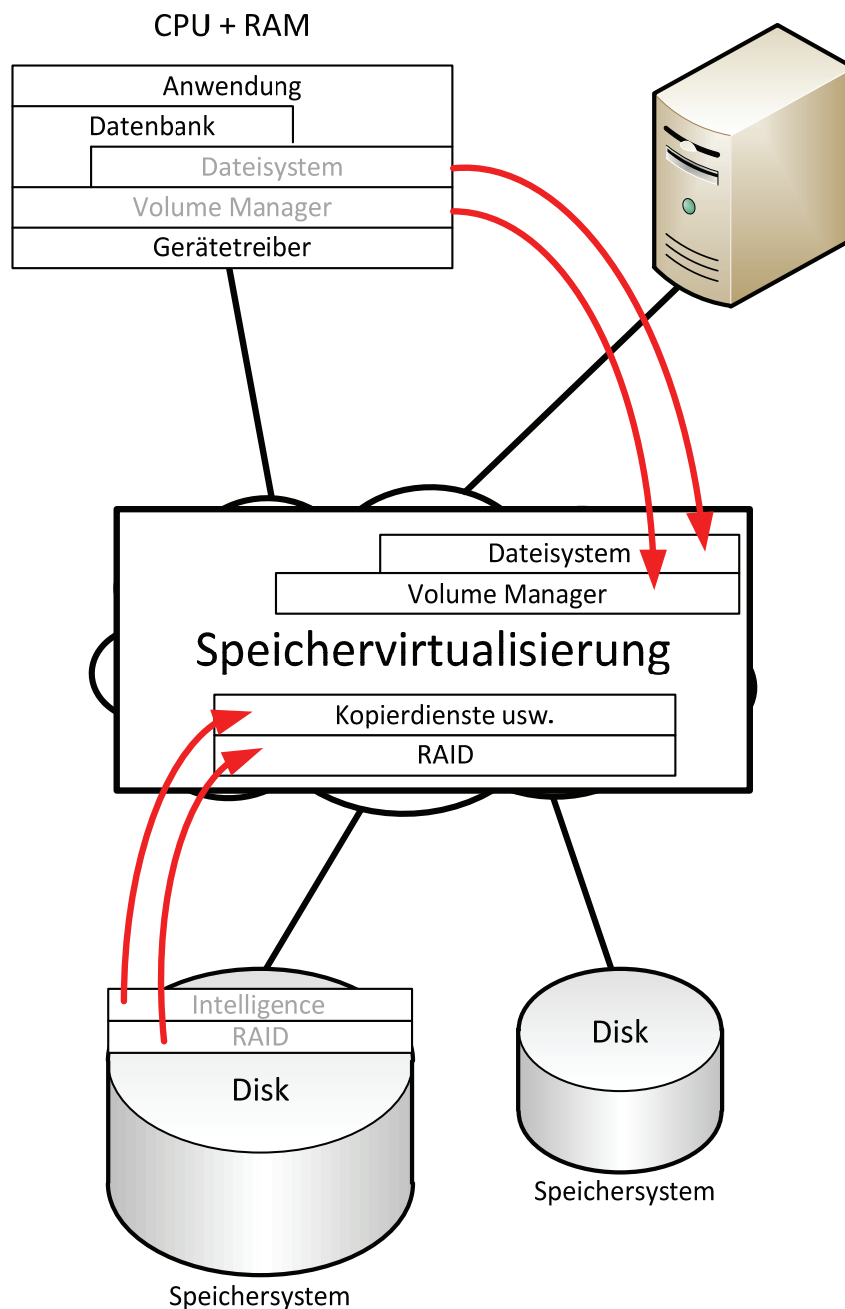


Abbildung 19 - Speicher Virtualisierung im Speichernetz[29]

Man unterscheidet In-Band- oder auch symmetrische Storage Virtualisierung, sowie Out-Band- oder asymmetrische Storage Virtualisierung.

Bei einer In-Band-Storage Virtualisierung, wie in Abbildung 20 zu sehen, ist der Metadaten Controller zwischen Server und Storage Systeme im SAN positioniert. Der Daten- und Kontrollfluss findet direkt im SAN statt. Die vorkonfigurierten Storage Systeme werden im SAN dem Metadaten Controller präsentiert. Die Verwaltung der LUNs übernimmt dann der Metadaten Controller. Er präsentiert den im SAN angeschlossenen Servern die ihnen zugewiesenen LUNs. Es erfolgt eine Abstrahierung der physikalischen Speichersysteme zu logischen Speichersystemen. Dadurch ist es außerdem möglich, Funktionen wie Mirroring, Snapshots und Instant Copy Storage System herstellerunabhängig zu realisieren. Um einen Single Point of Failure zu vermeiden, ist es zwingend notwendig, dass der Metadaten Controller redundant ausgeführt ist. Dies wird in Form von Metadaten Controller, die im Cluster Betrieb laufen zur Verfügung gestellt.

Bei einer Out-Band-Storage Virtualisierung ist der Daten- und Kontrollfluss wie in Abbildung 21 zu sehen ist, getrennt. Dadurch steht den Storage Systemen und Servern die volle Bandbreite im SAN zur Verfügung. Um die Aufgaben zur Virtualisierung realisieren zu können, muss der Metadaten Controller die administrativen Aufgaben der Virtualisierung wahrnehmen können. Dies geschieht über Agents, die entweder als Software auf den Servern laufen oder ein integraler Bestandteil des HBA Adapters sind. Auch hier ist, zur Vermeidung eines Single Point of Failure, der Metadaten Controller redundant auszulegen.

Bei den von in dieser Diplomarbeit untersuchten und vorgestellten Storage Virtualisierungslösungen handelt es sich ausschließlich um In-Bound Storage Virtualisierungslösungen.



## Symmetrische Storage Virtualisierung:

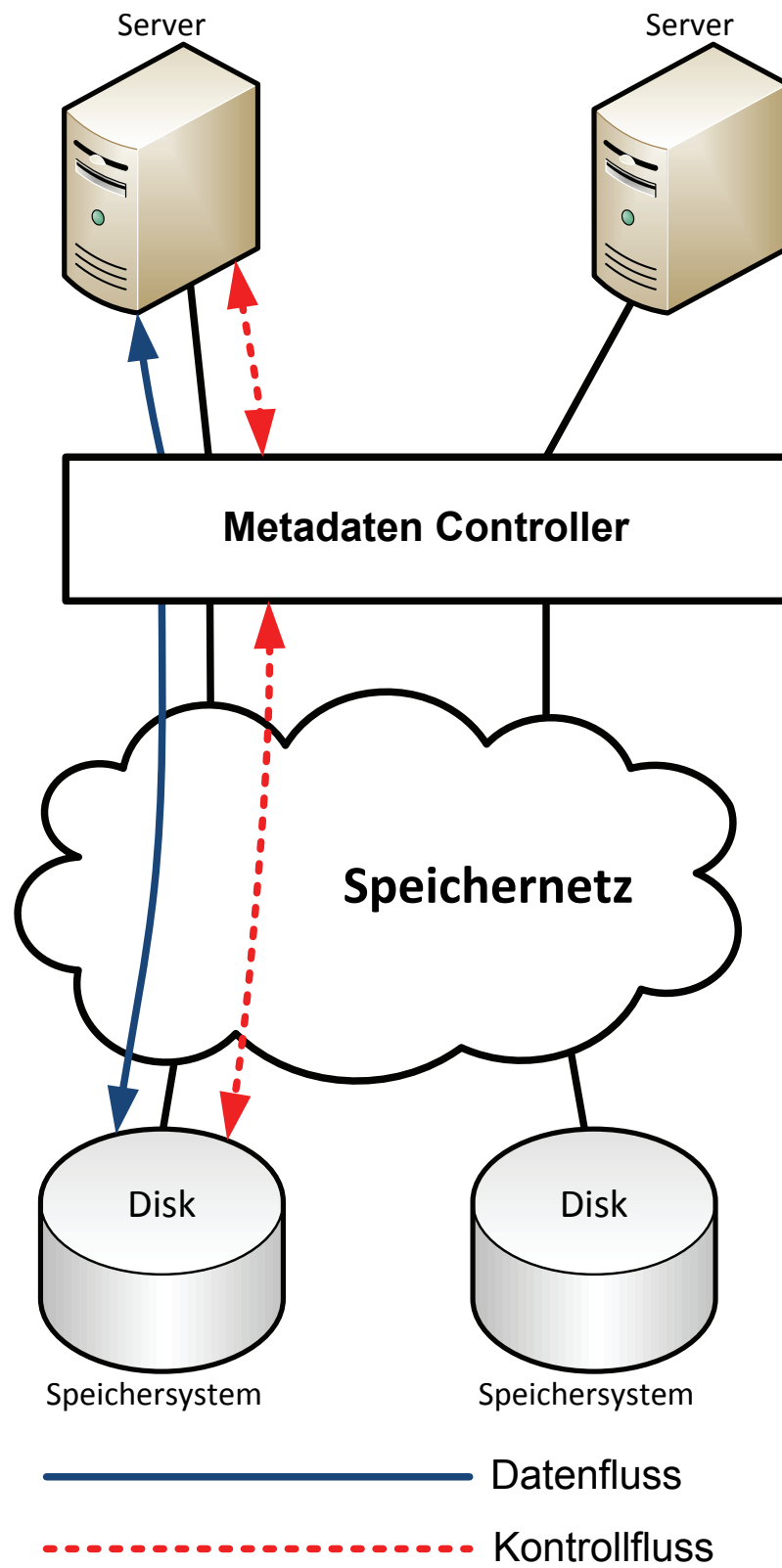


Abbildung 20 - Symmetrische Storage Virtualisierung [30]

Asymmetrische Storage Virtualisierung:

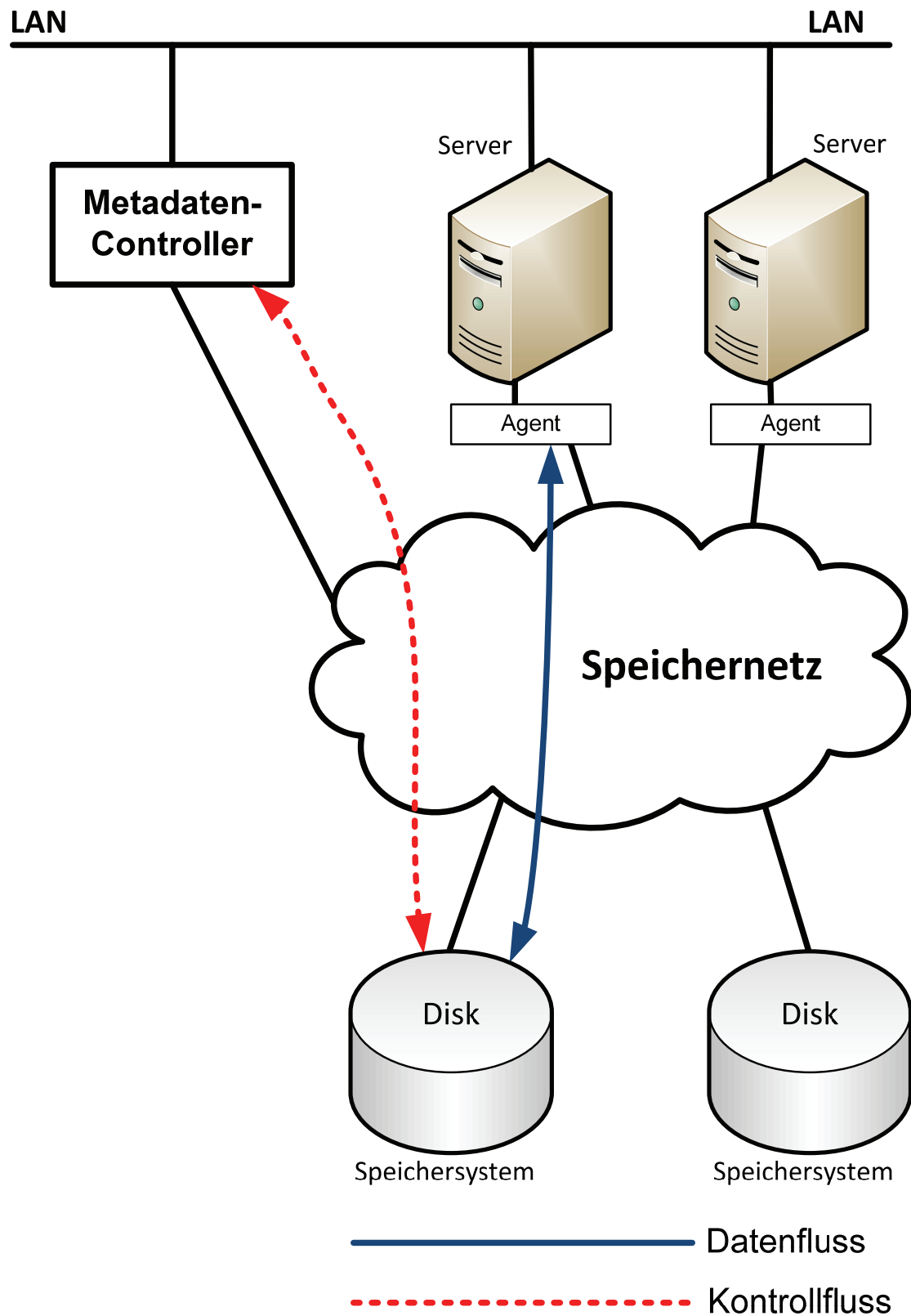


Abbildung 21 - Asymmetrische Storage Virtualisierung [31]

## 3.2 Beispiele zu Storage Virtualisierungslösungen

### 3.2.1 FalconStor Network Storage Server (NSS)

FalconStor NSS ist eine In-Band Storage Virtualisierungslösung der Firma FalconStor Software Inc..

Es besteht üblicherweise aus mindestens zwei Appliances der Firma FalconStor oder auch von FalconStor zertifizierter Server Hardware, die im Cluster im SAN betrieben werden.

Auf den NSS Servern läuft in der aktuellen Release IPStor Server 6.15 Build 6164 ein RedHat Enterprise Linux 5.3 mit Kernel 2.6.18-125.el5 in der 64 Bit Version.

FalconStor NSS Infrastruktur:

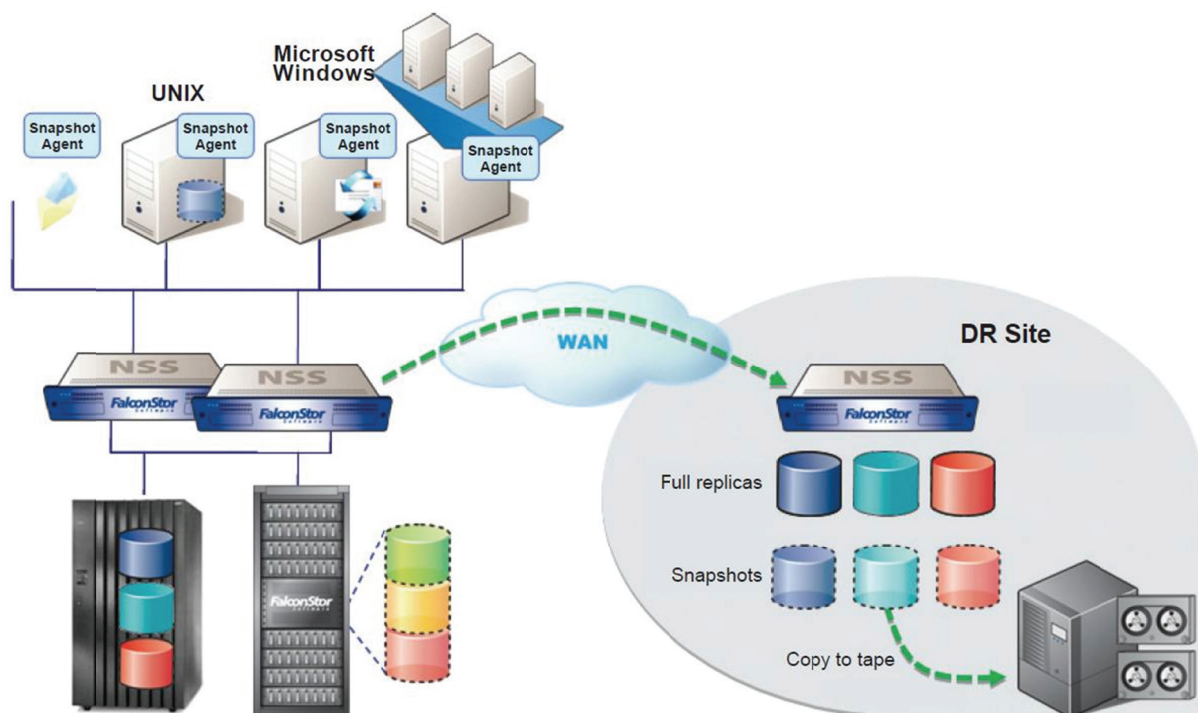


Abbildung 22 - FalconStor NSS for the Enterprise [32]

Die Übertragung der Daten im SAN über die FalconStor NSS Server erfolgt transparent über die installierten HBA Adapter und dem PCI-Express Bus. Es erfolgt keine Speicherung im Cache oder Speicher der FalconStor NSS Server. Dadurch kommt es nur zu minimalen Latenzzeiterhöhung bei der Übertragung der Daten.

Mit Hilfe der FalconStor NSS Software ist es möglich, die Storage Systeme, die im SAN angeschlossen sind vollständig zu virtualisieren. Dazu werden die Storage Systeme nicht mehr den einzelnen Servern präsentiert, sondern in ihrer Gesamtheit den FalconStor NSS Servern. Die Clients greifen dann nur mehr auf den von den NSS Servern zur Verfügung gestellten LUNs. Damit erfolgt eine komplette Trennung zwischen den Storage Systemen und den Servern im SAN.

Die FalconStor NSS Server und die darauf installierten Software IPStor 6.15 Build 6164 stellen folgende Funktionen zur Verfügung:

- synchrone und asynchrone Datenspiegelung,
- Snapshots
- Thin Provisioning,
- unterbrechungsfreie Daten Migration

### 3.2.2 DataCore SANsymphony-V

DataCore SANsymphony-V ist ebenfalls eine In-Band Virtualisierungslösung der Firma DataCore Software Corporation.

Es besteht, wie jede redundant ausgelegte Storage Virtualisierungslösung, aus 2 Servern, die von DataCore zertifiziert sind, und im Cluster betrieben werden.

Auf den DataCore Servern läuft in der aktuellen Release SANsymphony-V R8 ein 64Bit Windows Server 2008R2 in der Standard, Enterprise oder Datacenter Edition auf dem dann die SANsymphony-V Software installiert wird.

DataCore SANsymphony-V Technisches Diagramm:

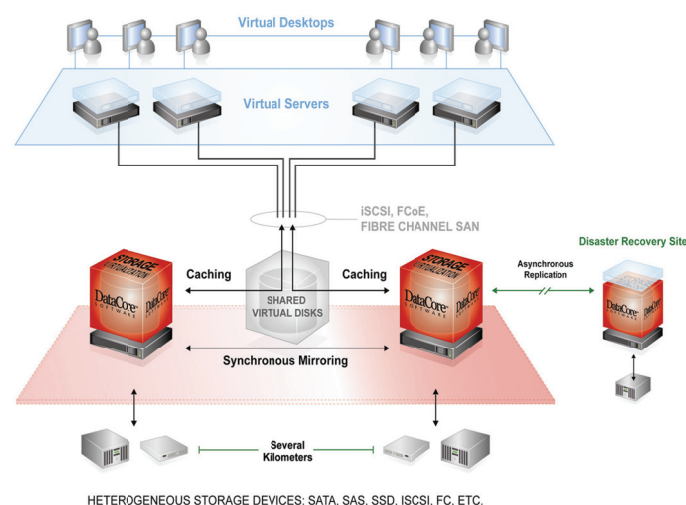


Abbildung 23 - DataCore SANsymphony-V Technisches Diagramm [33]

Der in den DataCore SANSymphony-V Servern installierte RAM Speicher wird von der Virtualisierungssoftware als Cache für die Datenübertragung verwendet. Der Größe des Cache kann maximal 1 TB betragen. Für die Vermeidung eines Single Point of Failure ist der Cache über die zwei DataCore Server gespiegelt. Dadurch ist eine Performancesteigerung, vor allem für I/O schwache Storage Systeme zu erzielen.

Wie bei der Storage Virtualisierungslösung FalconStor NSS kommt es auch hier zu einer kompletten Trennung zwischen den Storage Systemen und den angeschlossenen Servern im SAN.

Es werden folgende Funktionen durch die Software zur Verfügung gestellt:

- synchrone und asynchrone Datenspiegelung
- Snapshots
- Thin Provisioning
- unterbrechungsfreie Daten Migration
- optimierte Auslastung vorhandener Disk Kapazitäten
- Continuous Data Protection (CDP) für physische und virtuelle Maschinen

### 3.2.3 IBM SAN Volume Controller

Der IBM SAN Volume Controller ist eine In-Band Storage Virtualisierungslösung der Firma IBM Corporation. Er besteht im Minimum aus zwei IBM SVC Appliances, die zu einer sogenannten I/O Group zusammengefasst wird. Es können bis zu vier I/O Groups in einem IBM SVC Cluster betrieben werden. Alternativ kann die SVC Software auch auf einen CISCO Fibre Channel Switch der MDS9000 Family installiert werden und läuft dann auf sogenannten Caching Services Modules im Cluster Betrieb auf den Fibre Channel Switches.

IBM SAN Volume Controller Diagramm:

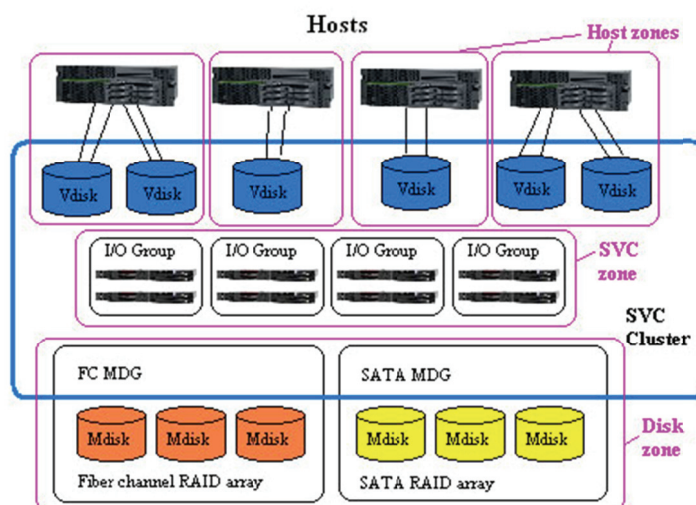


Abbildung 24 - IBM SAN Volume Controller Diagramm [34]

IBM SVC Appliances:



Abbildung 25 - IBM SVC Appliances (Quelle: IBM)

In eine SVC Appliances können SSDs integriert werden, die von den Hosts als hoch performante sogenannte MDisk angesprochen werden können. Mit Hilfe der IBM Easy Tier Funktion können aktive Daten automatisch auf die SSDs verschoben werden, sodass Performance Engpässe vermieden werden können.

Die IBM SVC Software stellt folgende Funktionen zur Verfügung:

- IBM FlashCopy (Snapshots)
- Metro Mirror (synchrone Datenspiegelung)
- Global Mirror (asynchrone Datenspiegelung)
- unterbrechungsfreie Daten Migration
- Thin Provisioning
- IBM System Storage Easy Tier

## **4. Konzept einer Storage Virtualisierungslösung im Landeskrankenhaus – Universitätskliniken Innsbruck**

### **4.1 Kurzvorstellung der Tiroler Landeskrankenanstalten GmbH**

Die Tiroler Landeskrankenanstalten GmbH (TILAK) ist das größte medizinische Kompetenzzentrum Westösterreichs. 100-Prozent-Eigentümer der TILAK ist das Land Tirol.

Das „TILAK – Unternehmen Gesundheit“ umfasst Momentan die Landeskrankenhäuser Innsbruck – Universitätskliniken, Natters und Hochzirl, das Psychiatrische Krankenhaus Hall, die Landespflegeklinik Tirol sowie das Ausbildungszentrum West (AZW). Am Bezirkskrankenhaus Schwaz ist die TILAK mit 50 Prozent beteiligt. 2011 wurde das Bezirkskrankenhaus Hall mit dem Psychiatrischen Krankenhaus Hall zusammengeführt und als neues Landeskrankenhaus Hall in die TILAK integriert.

Die TILAK Ges.m.b.H. beschäftigt ca. 7500 Mitarbeiter und ist damit Westösterreichs größter Arbeitgeber.

In der Abteilung Informationstechnologie des Landeskrankenhaus – Universitätskliniken Innsbruck sind 66 Mitarbeiter beschäftigt. Die Gruppe IT-Systembetrieb bestehend aus 5 Mitarbeitern, betreibt am LKI über 280 Serversysteme und 8 Storage Systeme, verteilt auf 2 Rechenzentren und ist zuständig für die Bereitstellung der Server- und Storage Hardware, Betriebssystem-, VMware- und Citrix- sowie Oracle Datenbank Infrastruktur für die IT-Systeme der 38 Universitätskliniken mit insgesamt 91 Stationen, 62 Ambulanzen, 69 Funktionseinrichtungen (Labore, Therapie, Röntgen), 62 OP-Sälen sowie 4 Landesinstitute.

## **4.2 Entscheidungsgrundlagen für eine Storage Virtualisierungslösung am Landeskrankenhaus–Universitätskliniken Innsbruck**

Um die Entscheidung für den Entschluss des Einsatzes einer Storage Virtualisierungslösung nachvollziehen zu können, muss man die Geschichte der Entwicklung der IT-Abteilung betrachten. Bis 1999 waren die IT-Systeme über den ganzen Campus in den einzelnen klinischen Abteilungen verteilt. Im Jahr 1999 wurden dann die IT-Systeme zentral in einem Serverraum im zweiten Stock des Verwaltungsgebäudes zusammengefasst. Aufgrund des rasanten Wachstums der IT-Systeme an der Klinik gab es im Serverraum bald Platznot und es traten Probleme mit der Stromversorgung und der Klimakapazität auf. Aufgrund dieser Tatsachen wurde der Neubau eines zentralen Serverraums im zweiten Untergeschoss des Zentralen Versorgungsgebäude beschlossen. Dieser Serverraum wurde dann 2000/2001 mit einer Fläche von 177 m<sup>2</sup> nach dem damals neuesten Stand der Technik mit Klimatisierung, Stromversorgung mit zwei USV-Schienen, Zutrittskontrolle und Branderkennung errichtet und im Februar 2001 besiedelt.

Im August 2005 kam es zu einem Jahrhunderthochwasser in Tirol. Bei diesem Hochwasser kam es auch im Landeskrankenhaus – Universitätskliniken Innsbruck zu Wassereintritten in verschiedenen Gebäuden, unter anderem in das im Anschluss an das Zentrale Versorgungsgebäude liegenden Chirurgie Gebäude. Durch dieses Hochwasser und anderer Überlegungen wurde der Wunsch nach einem Ausweichrechenzentrum für den Katastrophenfall laut. Da die Backend Infrastruktur die technische Grundlage für alle IT-Systeme, die im Klinik Umfeld im Betrieb sind, bildet, wäre ein Ausfall des Serverraums mit weitreichenden Konsequenzen im Klinik Alltagsbetrieb verbunden. Bei einem Totalverlust des Systemraums wäre mit einer Wiederherstellung des vollständigen Normalbetriebes erst nach ca. 1 Jahr zu rechnen.

Nach einer langen Überlegungsphase und Planung wurde im Jahr 2009, im Zuge des Neubaus des Verwaltungsgebäudes des Psychiatrischen Krankenhaus Hall, die Errichtung des Ausweichrechenzentrums beschlossen. Dieses wurde dann im Jahr 2009/2010 mit den strategischen Partnern Allgemeines Rechenzentrum (ARZ), Hypo Tirol und Datenverarbeitung Tirol (DVT) wiederum auf dem neuesten Stand der Technik, unter anderem mit einer Halon Löschanlage, realisiert. Im Juni 2010 begann die Besiedelung des neuen Serverraums.

Bei der Planung des Neubaus wurde besonderer Wert auf eine redundante Vernetzung der beiden Rechenzentren, die ca. 15 km Distanz aufweisen, gelegt. Deshalb wurden von der Telekom Austria LWL Dark Fibre Verbindungen mit einer getrennten Wegeführung realisiert. Es stehen für die Verbindung vom Landeskrankenhaus – Universitätskliniken Innsbruck ins Verwaltungsgebäude des Psychiatrischen Krankenhaus Hall 2 x 10 Fasern zur Verfügung.



Bei der Wahl der Wegeführung wurde auf Hochwasserschutz und gleiche Länge Rücksicht genommen.

LWL Dark Fibre Verbindung Innsbruck – Hall :



— LWL Darkfiber Wegeführung rechte Innseite, ca. 15 km

— LWL Darkfiber Wegeführung linke Innseite, ca. 15 km

Abbildung 26 - LWL Dark Fibre Verbindung IBK – Hall (Quelle: Google Earth - Telekom Austria)

Nachdem die Planungsphase für die Errichtung des Ausweichrechenzentrums angelaufen war, wurden nun Überlegungen angestellt, welche Server- und Storage Systeme redundant ausgelegt werden sollten und wie dies am effizientesten erledigt werden kann. Dazu wurden unsere IT-Systeme in Kategorien unterteilt, welche die Wiederherstellungs- und Anlaufzeit für die Applikationen beinhaltet.

Die Applikationen wurden in folgende Kategorien eingeteilt:

|                         |                                 |
|-------------------------|---------------------------------|
| Infrastruktur Dienste:  | Anlaufzeit einige Minuten       |
| Applikationen Klasse 1: | Anlaufzeit unter 4h             |
| Applikationen Klasse 2: | Anlaufzeit innerhalb 24 Stunden |
| Applikationen Klasse 3: | Anlaufzeit nach Möglichkeiten   |

Es wurden beginnend mit dem Jahr 2009 versucht alle Systeme redundant aufzubauen. Auch wurden zwei Storage Systeme HP EVA8100 mit entsprechenden Remote Mirroring Lizenzen, bei HP werden sie HP StorageWorks Business Copy EVA genannt, angeschafft. Bei der Anschaffung der Lizenzen für das Mirroring der Storage Systeme wurden aber aufgrund der hohen Kosten für die Remote Mirroring Lizenzen bald klar, dass die Finanzierung der Lizenzen auf Dauer sehr teuer werden könnte. Außerdem ist das Spiegeln der Storage Systeme üblicherweise nur auf baugleichen Storage Systemen möglich.

Auch die Frage der Datenmigration stellt sich immer öfter. Aufgrund der steigenden Kapazitäten und der durchschnittlichen Lebensdauer von 4 Jahren von Storage Systemen wird auch die Lösung des Problems der Datenmigration immer wesentlicher.

Als praktisches Beispiel hierzu ein Ablauf einer Datenmigration ohne Storage Virtualisierung. Es mussten ca. 90 TB an Daten eines PACS Systems von einem alten Storage System auf ein neues migriert werden. Aufgrund der fehlenden Möglichkeiten eines Mirroring der Daten mussten die Daten per Software über das Netzwerk, was in diesem Fall von der Applikation unterstützt wurde, migriert werden. Die Dauer der Migration betrug vier Monate. Wenn man jetzt davon ausgeht, dass man für die vollständige produktiv Inbetriebnahme eines neuen Storage Systems zwei Monate benötigt. Dann die Migration vier Monate dauert und für die Außerbetriebnahme nochmals 4 Monate benötigt werden, dann kann man von der Zeit, in dem das Storage System produktiv betrieben werden kann, welche üblicherweise 48–60 Monate beträgt, schon mal ca. 17% an Nutzungsdauer abziehen. In diesem Fall war die Migration nicht einmal kompliziert, da die Software die Migration über das Netzwerk unterstützte und somit das Risiko eines Datenverlusts minimiert wurde.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Entscheidung, eine Storage Virtualisierungs-lösung einzuführen, auf folgenden Grundlagen getroffen worden sind:

- Möglichkeit der Hersteller unabhängigen Spiegelung von Daten auf Storage Systemen im SAN
- Datenmigrationen zwischen Storage Systemen erheblich zu beschleunigen und zu vereinfachen

Nachdem die Entscheidung gefallen war, wurden am Markt verfügbare Lösungen begutachtet. Es blieben dann zwei Produkte in der engeren Wahl.

- FalconStor NSS Server
- DataCore SANsymphony

Für die Entscheidung, welche Lösung eingesetzt wird, wurden Referenzbesuche bei Firmen, die die beiden Produkte einsetzen, durchgeführt.

Für DataCore SANsymphony wurde die IT-Abteilung des Land Salzburg besucht, die gerade diese Lösung implementiert hatten.

Für FalconStor NSS wurde das LIEBHERR-WERK NENZING der Firmengruppe Liebherr besucht und mit den IT-Verantwortlichen des Werks die bereits in Verwendung befindlichen Storage Virtualisierungslösung diskutiert.

Nach Verhandlungen über Lizenzkosten mit beiden Firmen, und weitergehenden Recherchen bei anderen Firmen, die ebenfalls Storage Virtualisierungslösungen im Produktivbetrieb einsetzen, ergaben dann, dass sich die IT-Abteilung des Landeskrankenhaus – Universitätskliniken Innsbruck für die Storage Virtualisierungslösung der Firma FalconStor NSS entschieden hat. Als Business Partner wurde die Firma Kapsch BusinessCom gewählt.

Entscheidungsgründe für FalconStor NSS:

- jahrelange Erfahrung im Bereich Storage Virtualisierung
- Unlimited License Möglichkeiten (keine Kapazitätsbeschränkungen)
- keine versteckten Lizenzkosten
- direkter Datentransfer über den PCI Express Bus (kein Caching)
- RedHat Enterprise Linux5 als Server Betriebssystem

### 4.3 IST-Analyse der SAN Infrastruktur 2010

Wie bereits in Kapitel 4.2 beschrieben wurde schon ab dem Jahr 2009, als die Entscheidung für den Bau des Ausweichzentrums beschlossen wurde, versucht alle Systeme redundant aufzubauen. Im Frühjahr 2010, vor der Besiedelung des neuen Datacenters in Hall wurde nochmals eine IST-Analyse der SAN Infrastruktur am Landeskrankenhaus – Universitätskliniken Innsbruck durchgeführt. Dabei wurde besonderes Augenmerk auf die Storage Infrastruktur gelegt. Im Zuge der Übersiedelung sollte auch die Storage Virtualisierungslösung der Firma FalconStor Software Inc. implementiert werden. Die SAN-, Server und Storage System Infrastruktur im Landeskrankenhaus – Universitätskliniken Innsbruck bestand aus Blade Chassis mit Blade Server und Rack Server der Firma Hewlett Packard, Fibre Channel SAN Switchs der Firma CISCO (Rack- und Blade Center FC Switchs) und Storage Systeme der Firma IBM (DS8300) sowie Hewlett Packard (HP EVA 8100).

|                       |      |   |
|-----------------------|------|---|
| Server Infrastruktur: | 6 x  | HP BladeSystem c7000 Enclosure<br>redundante Stromversorgung<br>vollständiger Lüfterausbau  |
|                       | 20 x | Cisco Catalyst Blade Switch 3020 for HP   |
|                       | 12 x | Cisco MDS 9124e   |
|                       | 43 x | HP BL 465c G5 Blade Server  |
|                       | 8 x  | HP BL 465c G1 Blade Server  |
| SAN Infrastruktur:    | 4 x  | Cisco MDS 9124 24-Port Multilayer Fabric Switch<br>24 Ports, 4 Gbit, SAN-OS Software Release 4.0.3,<br>redundante Stromversorgung   |
|                       | 12 x | Cisco MDS 9124e Fabric Switch für HP c-Class<br>BladeSystem, 16 interne 4 Gbit Ports für BladeServer, 8<br>externe Uplink Ports, SAN-OS Software Release 4.0.3,<br>redundante Stromversorgung |

#### Storage System Infrastruktur:

HP EVA 8100-SR1-1 (Part Nummer: AG701A - Serien Nummer: 2S27280394) bestehend aus:

| Anzahl und Typen der installierten Festplatten |   |        |                  | brutto Kapazität | netto Kapazität |
|--|---|--------|------------------|------------------|-----------------|
| 31   | x | 1 TB   | FATA Festplatten | 31 TB            | 28,19 TB        |
| 54   | x | 500 GB | FATA Festplatten | 27 TB            | 24,56 TB        |
| 24   | x | 450 GB | FC Festplatten   | 10,8 TB          | 9,82 TB         |
| 121  | x | 300 GB | FC Festplatten   | 36,3 TB          | 33,01 TB        |
| 10   | x | 146 GB | FC Festplatten   | 1,46 TB          | 1,33 TB         |
| -----  |   |        |                  | -----            | -----           |
| 240 Festplatten im Storage System              |   |        |                  | 106,56 TB        | 96,91 TB        |

HP EVA 8100-SR2-1 (Part Nummer: AG701A - Serien Nummer: 2S27280391) bestehend aus:

| Anzahl und Typen der installierten Festplatten |   |        |      |             | brutto Kapazität | netto Kapazität |
|--|---|--------|------|-------------|------------------|-----------------|
| 31   | x | 1 TB   | FATA | Festplatten | 31 TB            | 28,19 TB        |
| 54   | x | 500 GB | FATA | Festplatten | 27 TB            | 24,56 TB        |
| 24   | x | 450 GB | FC   | Festplatten | 10,8 TB          | 9,82 TB         |
| 121  | x | 300 GB | FC   | Festplatten | 36,3 TB          | 33,01 TB        |
| 10   | x | 146 GB | FC   | Festplatten | 1,46 TB          | 1,33 TB         |
| -----  |   |        |      |             | -----            | -----           |
| 240 Festplatten im Storage System              |   |        |      |             | 106,56 TB        | 96,91 TB        |

HP EVA 8100-SR1-2 (Part Nummer: AG702A - Serien Nummer: GB80830R45) bestehend aus:

| Anzahl und Typen der installierten Festplatten |   |      |      |             | brutto Kapazität | netto Kapazität |
|--|---|------|------|-------------|------------------|-----------------|
| 224  | x | 1 TB | FATA | Festplatten | 224 TB           | 203,73 TB       |

IBM DS8300 (Type: 2107.922 - Seriennummer: 2107-75BYAR1) bestehend aus:

| Anzahl und Typen der installierten Festplatten |   |        |    |             | brutto Kapazität | netto Kapazität |
|--|---|--------|----|-------------|------------------|-----------------|
| 320  | x | 300 GB | FC | Festplatten | 96 TB            | 63,83 TB        |

In den Anlagen A ist die Bestückung der HP BladeSystem c7000 Enclosures bc1-SR1 und bc1-SR2 mit den HP Blade Servern vom Typ HP BL 465c G1 und HP BL 465c G5 aufgelistet.

In den Anlagen B wird die Konfiguration der einzelnen Festplatten zu LUNs und sogenannten Virtual Disks (HP Bezeichnung eines RAID Verbunds) der HP Storage Systeme EVA8100-SR1-1 und SR2-1 dargestellt. Die Systeme sind baugleich und mit Hilfe von Remote Mirroring Lizenzen HP StorageWorks Business Copy EVA sind die Virtual Disks gespiegelt.

Nachdem alle Server und LUNs aufgelistet waren, wurde untersucht, welche LUNs mit der Storage Virtualisierungslösung gespiegelt werden müssen, und welche LUNs über Cluster Services gespiegelt sind, oder keine Spiegelung benötigen. In diesem Zusammenhang stellte sich dann schnell heraus, dass die Server- und Storage Kapazitäten für den zu erwarteten Storage Virtualisierungsgrad zu klein waren. Es wurden daraufhin in neue BladeServer der Firma HP (Typ HP BL 460c G6) investiert und neue Storage Systeme ausgeschrieben.

Angebote für die neuen Storage Systeme wurden von EMC, Hitachi Data System, HP, IBM und NetApp gelegt. Nach der Angebotseröffnung und Bewertung der Angebote wurden die neuen Storage Systeme bei der Firma Hitachi Data System bestellt. Es handelt sich um zwei Storage Systeme der Type Hitachi AMS 2500 mit Kapazitäten von 213 TB brutto. Die Systeme sind baugleich, und mit 75 x 450 GB SAS Festplatten und 180 x 1 TB SATA Platten bestückt.

SAN Netzwerkdigramm Ist-Analyse 2010:

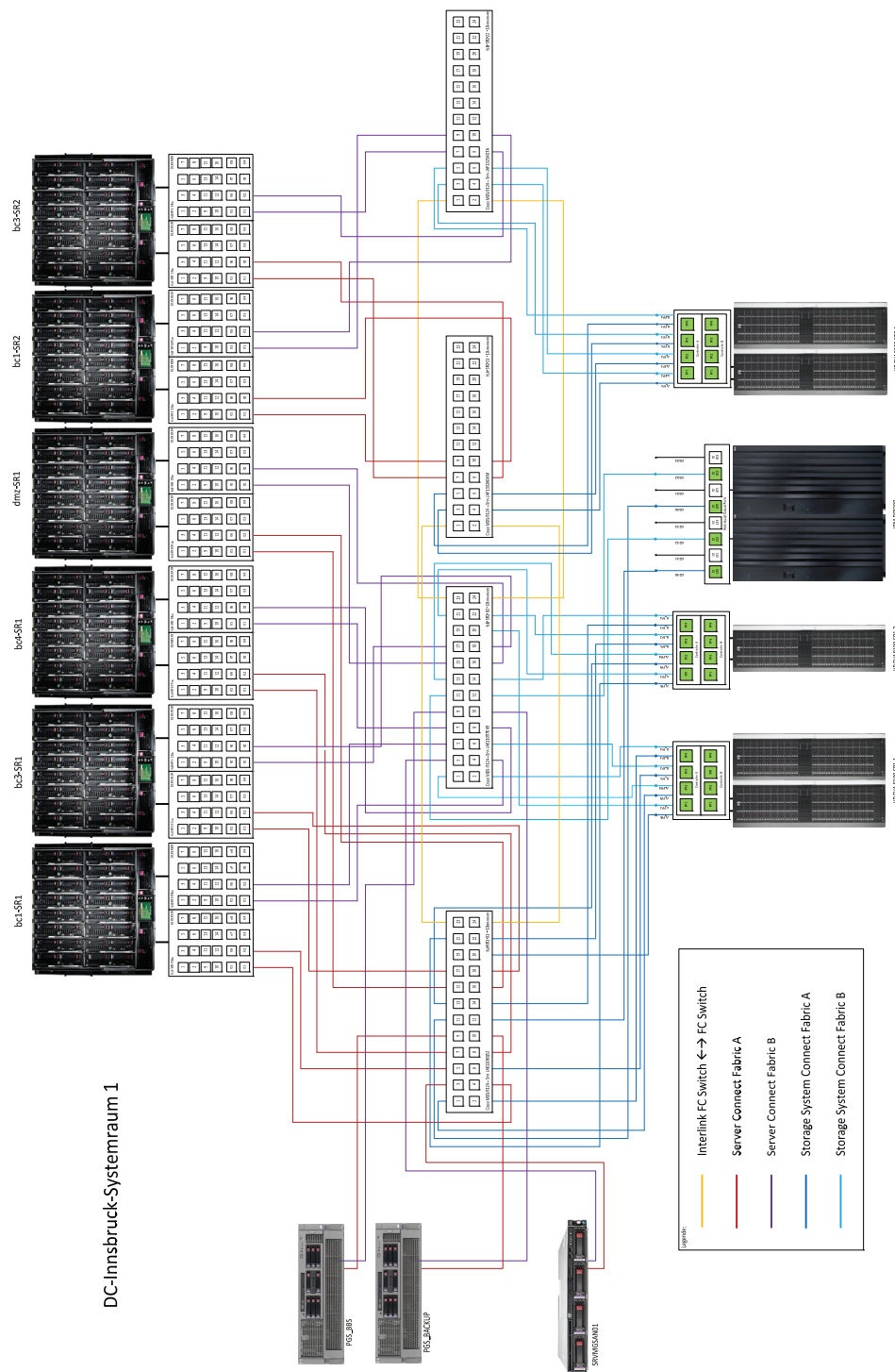


Abbildung 27 - IST Analyse SAN Infrastruktur 2010

## 4.4 SOLL-Zustand der SAN Infrastruktur 2011

Im Mai 2011 wurde der SOLL-Zustand der Implementierung der Storage Virtualisierungs-lösung der Firma FalconStor Software Inc. überprüft. Es wurde nochmals alle SAN Komponenten kontrolliert, ob alle LUNs und Systeme, bei der sich bei der IST-Analyse eine Notwendigkeit der Spiegelung ergeben hat, migriert, beziehungsweise gespiegelt worden sind. Außerdem wurde inzwischen sehr viel in Hardware investiert, da, wie bereits in Kapitel 4.3 begründet, die Storage- und Server Kapazitäten ausgebaut werden mussten.

Folgende Hardware wurde zwischen Frühjahr 2010 und Mai 2011 angeschafft:

|                       |      |  |
|-----------------------|------|--|
| Server Infrastruktur: | 4 x  | HP BladeSystem c7000 Enclosure<br>redundante Stromversorgung<br>vollständiger Lüfterausbau   |
|                       | 14 x | Cisco Catalyst Blade Switch 3020 for HP  |
|                       | 8 x  | Cisco MDS 9124e  |
|                       | 61 x | HP BL 460c G6 Blade Server   |
| SAN Infrastruktur:    | 4 x  | Cisco MDS 9124 24-Port Multilayer Fabric Switch<br>24 Ports, 4 Gbit, SAN-OS Software Release 4.0.3   |
|                       | 8 x  | Cisco MDS 9124e Fabric Switch für HP c-Class<br>BladeSystem, 16 interne 4 Gbit Ports für BladeServer, 8<br>externe Uplink Ports, SAN-OS Software Release 4.0.3 |

In den Anlagen C ist die Bestückung der HP BladeSystem c7000 Enclosures bc1-SR1 und bc1-SR2 mit HP Blade Servern im Mai 2011 zur SOLL-Zustand Erhebung dokumentiert.

Storage System Infrastruktur:

Im Juli 2010 wurden zwei Hitachi AMS-2500 Storage Systeme von der Firma Hitachi Data Systems geliefert. Eines der Systeme wurde im DC - Innsbruck - Systemraum 1, das zweite baugleiche Storage System im DC – Hall – Systemraum 2 verortet.

Hitachi AMS2500-SR1-1 und Hitachi AMS2500-SR2-1 bestehend aus:

| Anzahl und Typen der installierten Festplatten | brutto Kapazität | netto Kapazität |
|--|------------------|-----------------|
| 75 x 450 GB SAS Festplatten                    | 32,95 TB         | 25,5 TB         |
| 180 x 1 TB SATA Festplatten                    | 180 TB           | 137,6 TB        |
| -----  | -----            | -----           |
| 255 Festplatten im Storage System              | 212,95 TB        | 163,1 TB        |



Im Mail 2011 wurden zwei weitere Hitachi AMS2500 Storage Systeme angeschafft.

Hitachi AMS2500-SR1-2 und Hitachi AMS2500-SR2-2 bestehend aus:

| Anzahl und Typen der installierten Festplatten | brutto Kapazität | netto Kapazität |
|--|------------------|-----------------|
| 180 x 450 GB SAS Festplatten                   | 81 TB            | 71,9 TB         |
| -----  | -----            | -----           |
| 180 Festplatten im Storage System              | 81 TB            | 71,9 TB         |

Daraus ergeben sich dann folgende Server-, SAN, und Storage System Komponenten:

|                       |      |  |
|-----------------------|------|--|
| Server Infrastruktur: | 10 x | HP BladeSystem c7000 Enclosure , redundante Stromversorgung, vollständiger Lüfterausbau  |
|                       | 34 x | Cisco Catalyst Blade Switch 3020 for HP  |
|                       | 20 x | Cisco MDS 9124e  |
|                       | 43 x | HP BL 465c G5 Blade Server   |
|                       | 8 x  | HP BL 465c G1 Blade Server   |
|                       | 61 x | HP BL 460c G6 Blade Server   |
| SAN Infrastruktur:    | 8 x  | Cisco MDS 9124 24-Port Multilayer Fabric Switch<br>24 Ports, 4 Gbit, SAN-OS Software Release 4.0.3   |
|                       | 20 x | Cisco MDS 9124e Fabric Switch für HP c-Class BladeSystem, 16 interne 4 Gbit Ports für BladeServer, 8 externe Uplink Ports, SAN-OS Software Release 4.0.3 |

Storage System Infrastruktur:

| Storage System        | Festplattenanzahl | brutto Kapazität | netto Kapazität |
|-----------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| IBM DS8300            | 320               | 96 TB            | 63,83 TB        |
| HP EVA8100-SR1-1      | 240               | 106,56 TB        | 96,91 TB        |
| HP EVA8100-SR1-2      | 224               | 224 TB           | 203,73 TB       |
| HITACHI AMS2500-SR1-1 | 255               | 212,95 TB        | 163,1 TB        |
| HITACHI AMS2500-SR1-2 | 180               | 81 TB            | 71,9 TB         |
| HP EVA8100-SR2-1      | 240               | 106,56 TB        | 96,91 TB        |
| HITACHI AMS2500-SR2-1 | 255               | 212,95 TB        | 163,1 TB        |
| HITACHI AMS2500-SR2-2 | 180               | 81 TB            | 71,9 TB         |
| -----                 | -----             | -----            | -----           |
| Gesamt:               | 1894              | 1121,02 TB       | 931,38 TB       |

In den Anlagen D ist die Konfiguration der einzelnen Festplatten zu LUNs der Storage Systeme Hitachi AMS 2500-SR1-1|SR2-1 dokumentiert.



## SAN Netzwerkdigramm SOLL-Zustand 2011:

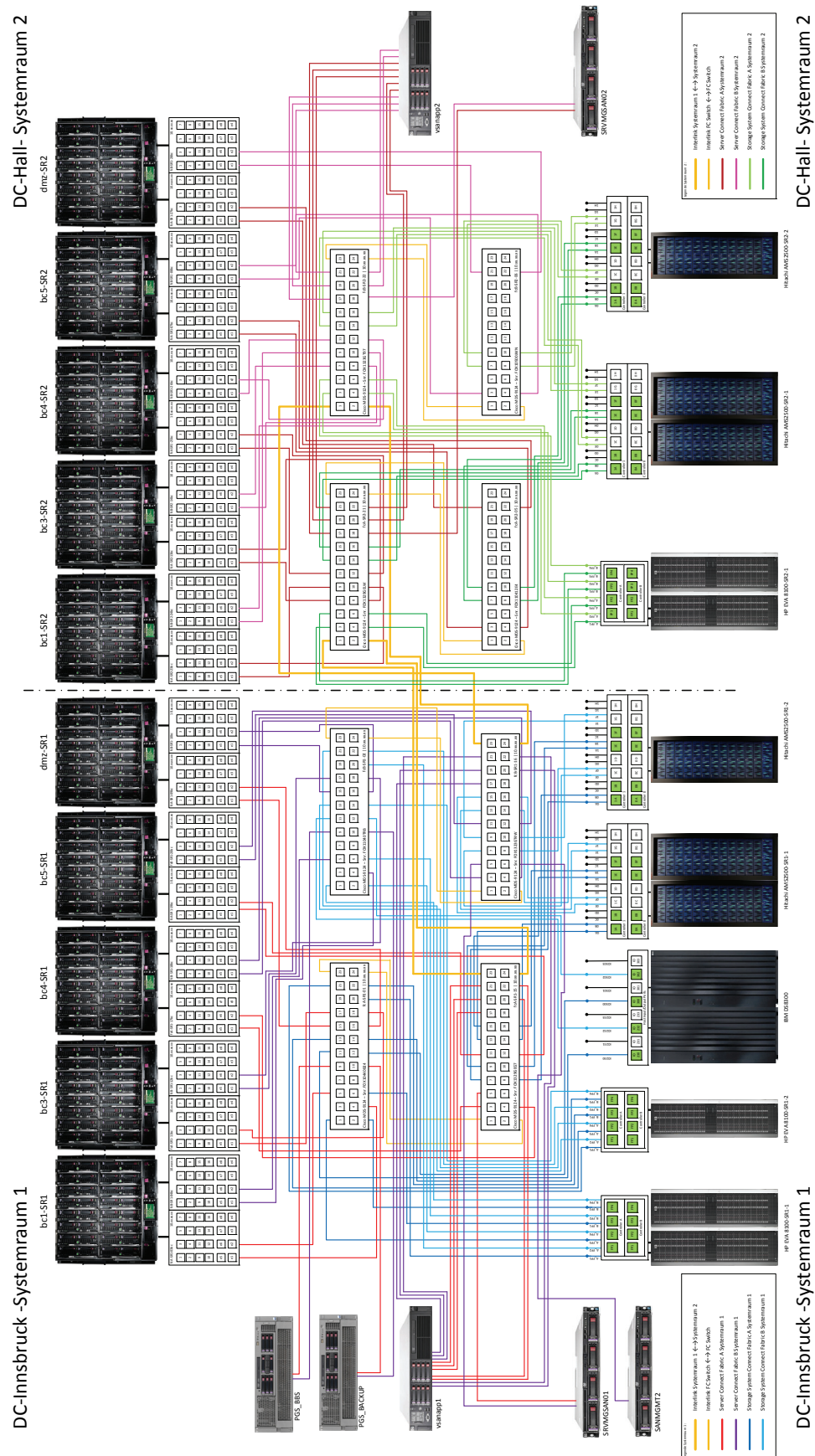


Abbildung 28 – SOLL-Zustand SAN Infrastruktur 2011

## 5. Einführung einer Storage Virtualisierungslösung basierend auf FalconStor Network Storage Server

### 5.1 FalconStor NSS Appliance Installation

Die FalconStor NSS Software IPStor wurde auf 2 Server der Firma HP installiert. Als Appliances für die NSS Software dienen 2 x Hewlett Packard DL380 G6 Server. Die Server werden als aktiv-aktiv Cluster, welcher durch die FalconStor NSS Software bereitgestellt wird, betrieben. Wobei eine FalconStor Appliance im DC-Innsbruck-Systemraum 1 und eine Appliance im DC-Hall-Systemraum 2 verortet ist.

Hardware Ausstattung je Server:     2 x Intel Quad Core Prozessoren, 2,27 GHz  
   16 GB RAM, 4 x Broadcom NextXtreme II 1 Gb NICs  
   5 x HP 8Gb Dual Channel PCI-e 2.0 FC HBA

Frontansicht FalconStor Appliance vsanapp1:



Abbildung 29 - HP DL380 G6 - vsanapp1 Frontansicht

Rückansicht FalconStor Appliance vsanapp1:



Abbildung 30 - HP DL380 G6 - vsanapp1 Rückansicht

Als Besonderheit in den FalconStor NSS Appliances sind die extra eingebauten fünf Stück 8 Gb Fibre Channel Dual Port HBAs zu erwähnen. Diese dienen zur Kommunikation im SAN mit den Servern und Storage Systemen. Zu diesem Zweck wird der Datenverkehr auf den FC HBAs separiert. Drei FC HBAs dienen zur Kommunikation mit den Storage Systemen als Initiators, und zwei FC HBAs dienen zur Kommunikation mit den Servern als Targets.

## Schematische Darstellung der Rückansicht der FalconStor NSS Appliances :

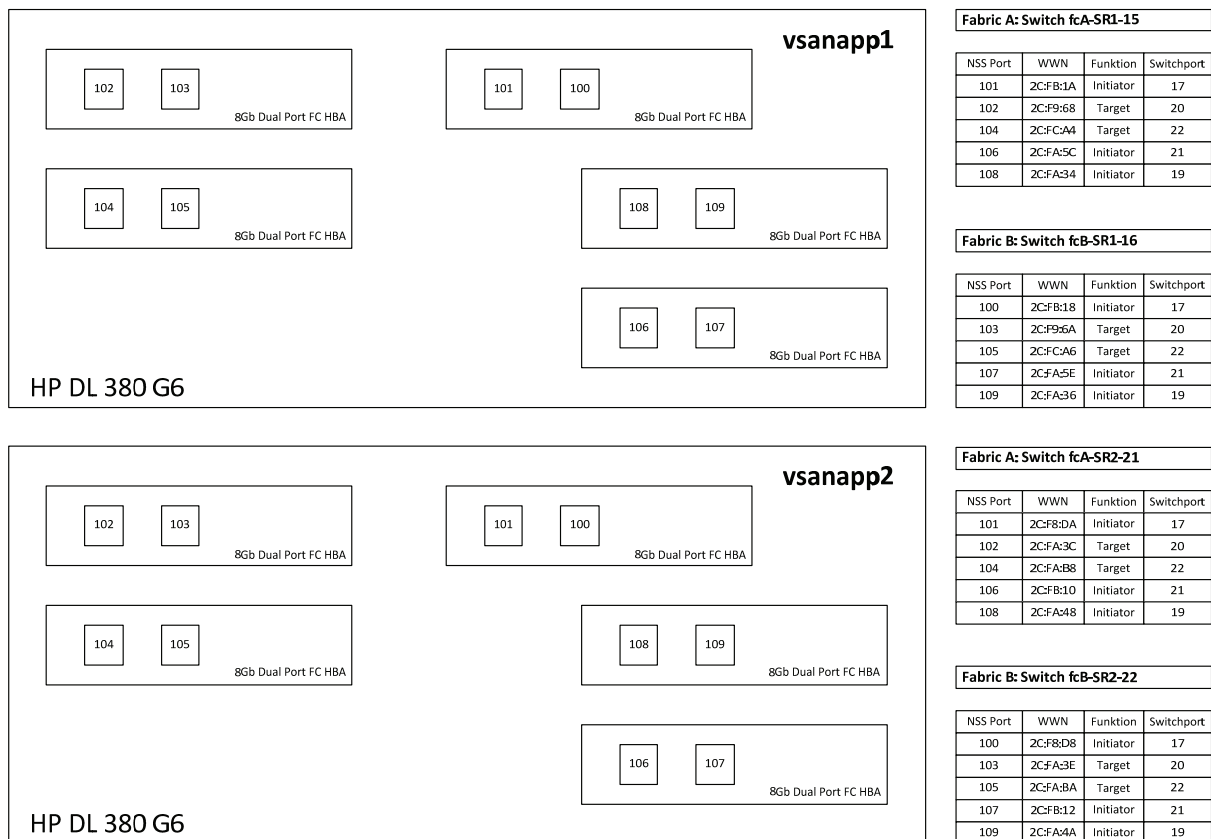


Abbildung 31 - Schematische Darstellung - Rückansicht - FalconStor Appliances

Nachdem die FalconStor NSS Appliances auf Hardwareebene installiert waren, wurden sie verkabelt, und anschließend das Betriebssystem installiert und konfiguriert.

Als Betriebssystem kommt ein Linux der Firma RedHat, nämlich RedHat Enterprise Linux 5 Update 3 mit Kernel 2.6.18-128.el5, zum Einsatz.

```
[root@vsanapp1 ~]# cat /etc/redhat-release
Red Hat Enterprise Linux Server release 5.3 (Tikanga)
[root@vsanapp1 ~]# uname -a
Linux vsanapp1 2.6.18-128.el5 #1 SMP Wed Jan 21 08:45:05 EST 2009 x86_64 x86_64
x86_64 GNU/Linux
```

Nachdem die Grundinstallation des Betriebssystems durch mich durchgeführt wurde, sind die notwendigen IP Konfigurationen für den Clusterbetrieb erstellt worden. Der Cluster wird als Mutual Failover Cluster oder auch Active-Active Failover Cluster betrieben.

Dabei werden zwei von den vier Onboard NICs entsprechend den Vorgaben von FalconStor auf den beiden FalconStor NSS Appliances konfiguriert.

|             |              |            |
|-------------|--------------|------------|
| NIC eth0:   | Heartbeat 1  | not routed |
| NIC eth1:   | Heartbeat 2  | not routed |
| NIC eth0:0: | Management 1 | routed     |
| NIC eth1:0: | Management 2 | not routed |

Nachdem die IP Konfiguration durchgeführt wurde, sind die Zonen am FC Switch für die FalconStor NSS Appliances erstellt worden. Es wird im SAN Hard Zoning in Kombination mit WWN Zoning verwendet. Dabei ist es möglich, für die WWNs Alias zu vergeben. Die Zonen gewinnen dadurch etwas an Übersicht.

Zoning Beispiel Fabric A für die NSS Appliances :

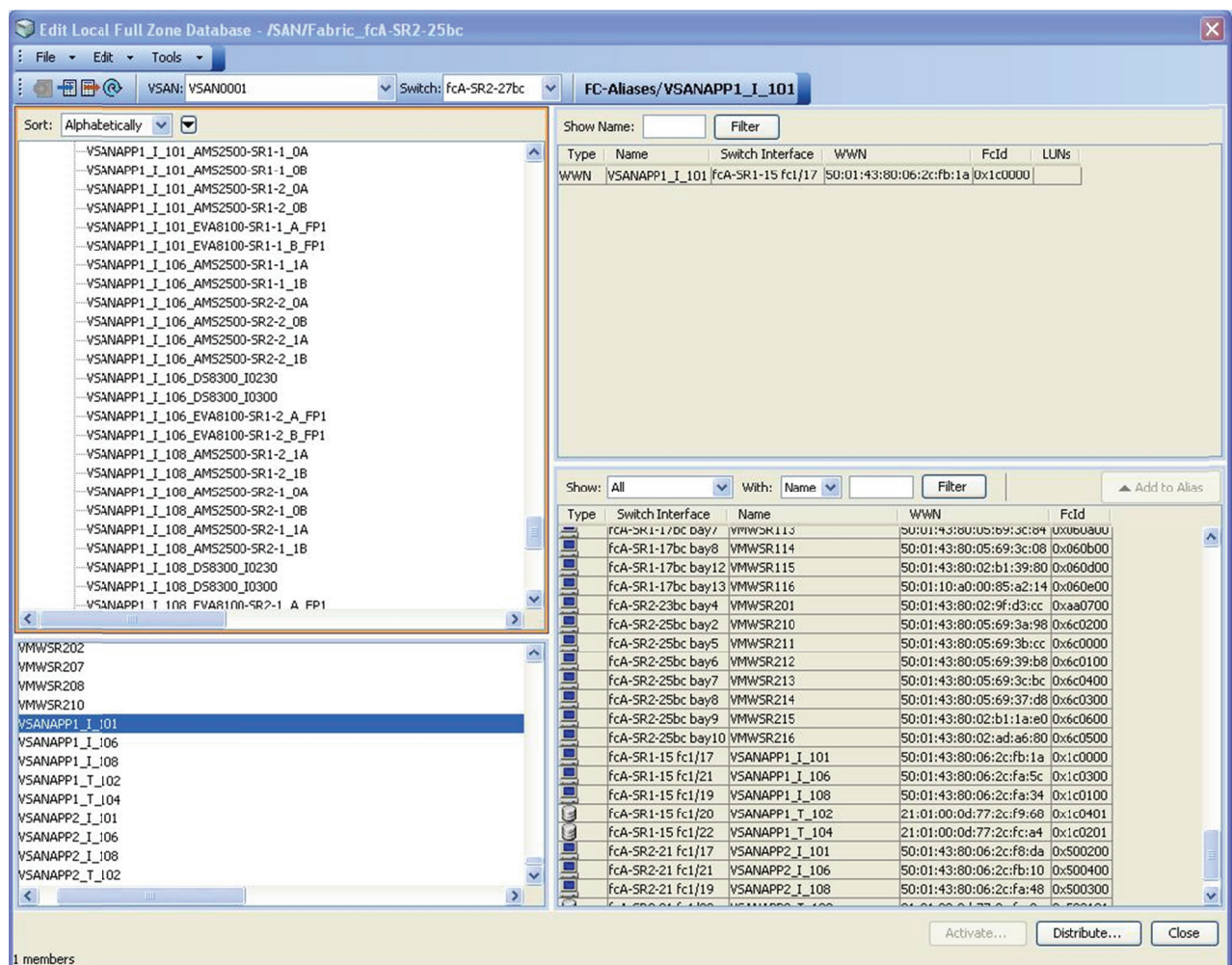


Abbildung 32 - Zoning Fabric A - FalconStor NSS Appliances



## Schematische Darstellung der Verkabelung der FalconStor NSS Appliances:

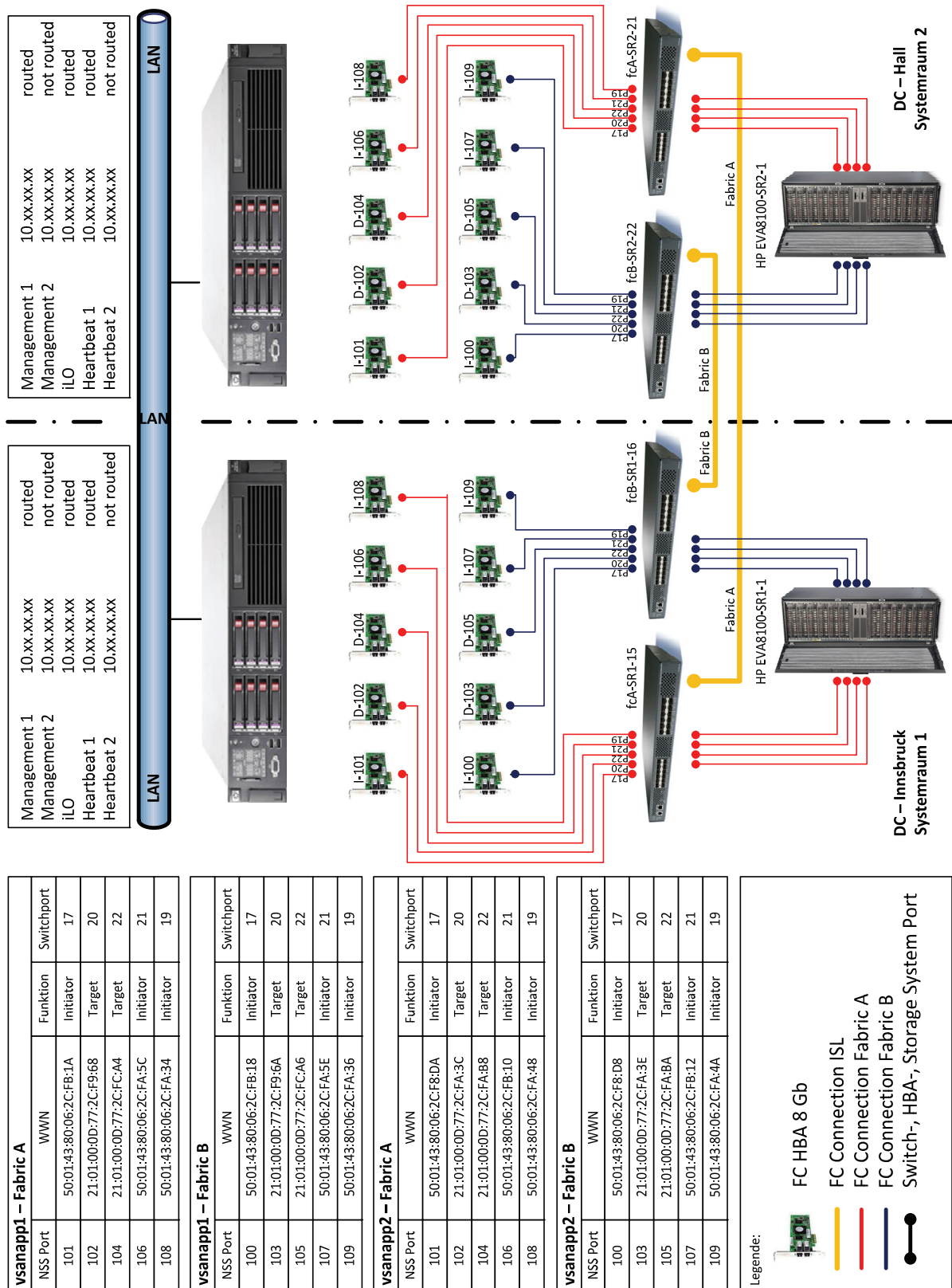


Abbildung 33 - Schematische Darstellung - Verkabelung - FalconStor Appliances

## 5.2 FalconStor NSS IPStor Installation

Nachdem die Inbetriebnahme der FalconStor NSS Appliances abgeschlossen war, wurde die FalconStor IPStor Software installiert. Die Software wird als rpm Paket geliefert und wird mit Hilfe des Paketmanagers rpm installiert. Aktuell ist auf den FalconStor Appliances IPStor Version 6.15 (Build 6164) installiert.

```
[root@vsanapp1 ~]# ipstor -v  
FalconStor IPStor Server version 6.15 (Build 6164)
```

Mit der IPStor Software wird auch die IPStor Console installiert. Die IPStor Console ist eine Java GUI Anwendung. Nachdem die IPStor Console verfügbar ist, kann die Konfiguration der FalconStor NSS Software fortgesetzt werden. Es wurde, nachdem die erste Storage System Zone erstellt ist und in der IPStor Console sichtbar ist, die Quorum und Header Storage Pools für die FalconStor IPStor Software angelegt.

FalconStor Appliances vsanapp1 und vsanapp2 PoolHeader und Quorum Übersicht:

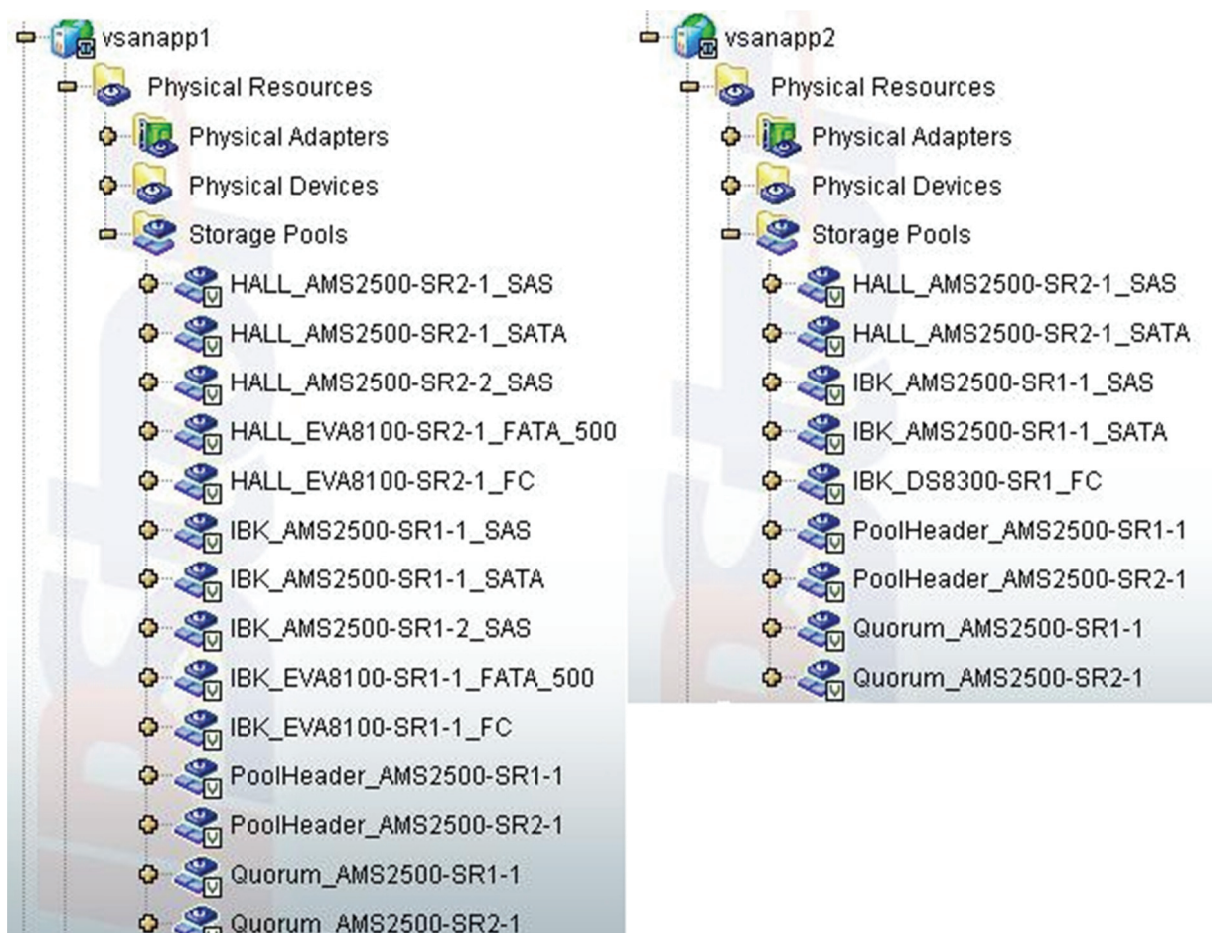


Abbildung 34 - vsanapp Quorum und Header Storage Pools

Die Quorum Pools dienen zusätzlich zu den bereits konfigurierten Heartbeat Netzwerkadressen zur Überprüfung des Cluster Zustandes. Im Cluster wird regelmäßig auf die Quorum Partition geschrieben, um sicherzustellen, dass die Knoten „am Leben“ sind. Sollte eine der Knoten nicht auf die Quorum Partition zugreifen können, kommt es zu einer Übernahme des FalconStor NSS IPStor Server.

In der FalconStor NSS IPStor Software unterscheidet man bei den Fibre Channel Devices zwischen zwei Arten von Block Devices:

- Virtual Disks
- Service Enabled Disks

Bei Virtual Disks wird von der FalconStor NSS Software Header Informationen auf die SAN Devices geschrieben. Diese sogenannten Fibre Channel Devices sind dann nur mehr über die FalconStor NSS IPStor Software ansprechbar. Dieser Vorgang ist nicht reversibel. Deshalb werden Virtual Disks vornehmlich für die Neuanlage verwendet.

Bei Service Enabled Devices werden die Fibre Channel Devices nicht verändert. Damit die Fibre Channel Devices im FalconStor NSS Cluster verwendbar sind, werden die Header Informationen, die für die Konfiguration der Fibre Channel Devices in der FalconStor NSS Software notwendig sind, getrennt von den Fibre Channel Devices in den sogenannten PoolHeader geschrieben. Diese PoolHeader sind aus Gründen der Cluster Konfiguration gespiegelt auf beiden FalconStor NSS Appliances vorhanden. Service Enabled Devices werden in erster Linie für die Migration von bestehenden SAN Disken verwendet. Da die ursprünglichen SAN Disken nicht verändert werden und der Vorgang der Storage Virtualisierung reversibel ist, besteht für einen Datenverlust bei nicht funktionierender Spiegelung mit der FalconStor NSS Software ein geringes Risiko für einen Datenverlust.

Die Vorgehensweise bei einer Migration einer bestehenden SAN Disk sieht folgendermaßen aus:

- Integration der bestehenden SAN Disk als Service Enabled Device unter Physical Resources -> Fibre Channel Devices in IPStor
- Erstellen einer SAN Resource unter Logical Resources -> SAN Resources
- Erstellen eines Spiegels des Service Enabled Device auf eine Virtual Disk
- Einen Mirror Swap durchführen: danach ist die Virtual Disk das Primary Layout und das Service Enabled Device das Mirror Layout
- Der Spiegel wird aufgebrochen, sodass nur mehr die Virtual Disk in der IPStor Console sichtbar ist
- Erstellen eines neuen Spiegels auf ein Storage Systemraum im anderen Systemraum

Nach diesem Procedere ist eine vollständig virtualisierte SAN Disk in der FalconStor NSS Umgebung erstellt. Die eigentlich SAN Disk ist nach wie vor vorhanden, und dient im Falle eines Problems mit der FalconStor NSS Virtual Disk als Backup.

### 5.3 FalconStor NSS IPStor Konfiguration

Konfigurationsmöglichkeiten in der IPStor Console :

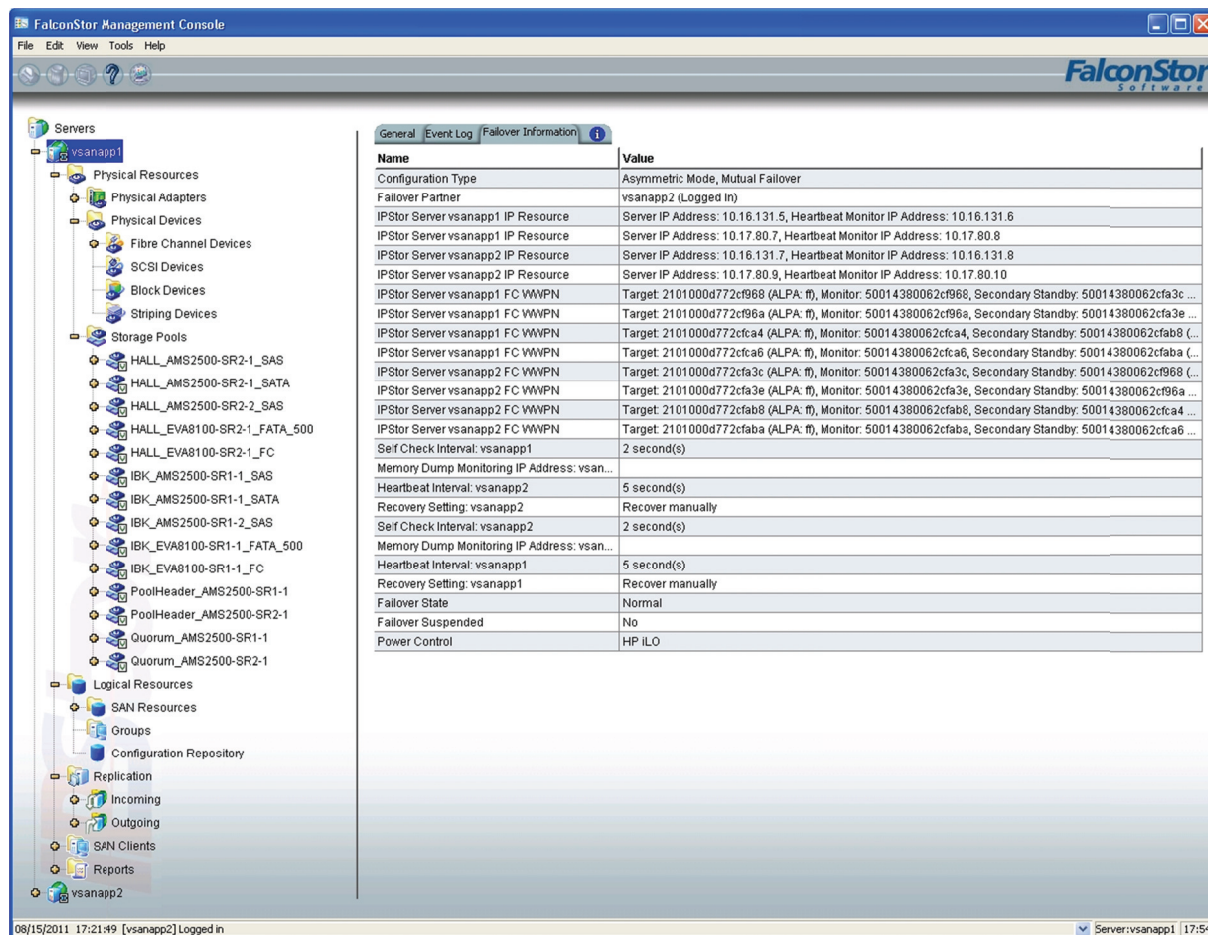


Abbildung 35 - IPStor Console Screenshot

Konfiguration einer FalconStor NSS Disk für einen Server:

Man geht davon aus, dass ein Storage System entsprechend den Vorgaben des Storage System Hersteller bereits konfiguriert worden ist. Die konfigurierten Block Devices des Storage System sind, nach entsprechendem Zoning und einem Rescan der Fibre Channel Adapter in der IPStor Console, unter Physical Resources -> Physical Devices als Fibre Channel Device sichtbar. Alternativ gibt es noch SCSI Devices (iSCSI LUNs), Block Devices (z.B. IDE Drives) und Stripping Devices.



Diese Fibre Channel Devices werden dann einem Storage Pool zugewiesen. Bei den Storage Pools unterscheidet man zwischen Storage System und der Art der Storage System Disken. Arten von Storage System Disken sind Fibre Channel-, SAS-, SATA-, und FATA Disken. Jede dieser Disk Typen wird in einen eigenen Storage Pool konfiguriert. Unter Logical Resources werden dann die Blöcke aus den Storage Pools sogenannten SAN Resources zur Verfügung gestellt. Dabei unterscheidet man zwischen Virtual Disks und Service Enabled Devices (Erklärung siehe weiter oben im Text). Diese SAN Ressource kann nun einem Server als Disk zur Verfügung gestellt werden.

Dazu muss der Server, dem die Disk präsentiert werden soll, als sogenannter SAN Client angelegt werden. Er wird unter SAN Clients angelegt. Dem SAN Client werden dann die einzelnen SAN Ressourcen zugewiesen.

Ist der SAN Client angelegt, die SAN Ressourcen dem SAN Client zugewiesen, kann über SAN Resources und dem entsprechenden Eintrag für die Ressource der Spiegel auf ein anderes, in der FalconStor IP Console vorhandene SAN Ressource, aufgebaut werden. Dabei besteht die Möglichkeit auf jeden Storage Pool, der auf den FalconStor NSS IPStor Console konfiguriert ist, und sichtbar ist, einen Spiegel aufzubauen.

## 5.4 FalconStor NSS IPStor Tests

Damit die Funktion des FalconStor NSS IPStor Clusters gegeben ist, wird durch regelmäßige Überprüfung der FalconStor NSS IPStor Installation deren Funktionalität geprüft.

Dazu werden manuelle Übernahmen der FalconStor NSS Cluster Services von einem Datacenter zum anderen in der IPStor Console ausgelöst. Es wird beobachtet, wie sich die Applikationen, deren SAN Disken mit Hilfe der FalconStor NSS IPStor Software konfiguriert sind, verhalten. In der Praxis konnte festgestellt werden, dass vor allem RedHat Cluster Systeme und Oracle Datenbanken kritisch auf nicht verfügbare SAN Disken reagieren. Aus diesem Grund werden bei den Übernahmetests vor allem die oben genannten Systeme auf deren einwandfreie Funktion überprüft.

FalconStor – Oracle RAC 10.2.0.3 Tests auf ractest01.tilak.ibk und ractest02.tilak.ibk

Linux Version: Red Hat Enterprise Linux Server release 5.5 (Tikanga)

Linux Kernel: ractest01: 2.6.18-194.el5 #1 SMP x86\_64 x86\_64 x86\_64 GNU/Linux  
ractest02: 2.6.18-194.el5 #1 SMP x86\_64 x86\_64 x86\_64 GNU/Linux

QLogic Treiber: QLogic Fibre Channel HBA Driver: 8.03.01.04.05.05-k  
und Firmware QLogic QMH2462 - PCI-Express Dual Channel 4Gb Fibre Channel Mezzanine  
HBA ISP2432: PCIe (2.5Gb/s x4) @ 0000:06:00.0 hdma+, host#=0,  
fw=4.04.09 (486)

QLogic Settings: LoginRetryCount 255  
PortDownRetryCount 255  
LinkDownTimeout 30  
EnableTargetReset 1  
ExecutionThrottle 32  
MaximumLUNsPerTarget 256  
EnableFCTape 0

### manuelle Übernahme von vsanapp2 auf vsanapp1:

Dauer : 26 Sekunden bis auf vsanapp1 wieder Schreibaktivitäten vorhanden sind.  
keine Einträge im Logfile von /var/log/messages und oracle alert Logfile sichtbar.

### Rückübernahme von vsanapp1 auf vsanapp2:

Dauer : 25.2 Sekunden bis auf vsanapp2 wieder Schreibaktivitäten vorhanden sind.

### Ausschalten über iLo Remote Zugang des vsanapp2:

Dauer : 55.5 Sekunden bis auf vsanapp1 wieder Schreibaktivitäten vorhanden sind.  
keine Einträge im Logfile /var/log/messages und oracle alert Logfile sichtbar.

Booten des Servers vsanapp2 dauert 4 Minuten 38 Sekunden

**Es konnten keine Auffälligkeiten oder Fehler bei den Übernahmetests festgestellt werden.**

## 5.5 Migration des AIM Systems im SAN zu FalconStor NSS

Das icoserve-AIM (Advanced Image Management) System (Fa. ITH-icoserve, Innsbruck) dient am Landekrankenhaus – Universitätskliniken Innsbruck TILAK-weit als Multimediales Universalarchiv und als digitales Langzeitarchiv für die elektronische Patientenakte. Aufgrund der häuserübergreifenden Verwendung des Systems und der Tatsache, dass das System als Notfallarchiv, sollte die elektronische Patientenakte das KIS ausfallen, fungiert, wurde das AIM System als Core Applikation der Applikationsklasse 1 mit einer maximalen Ausfallszeit von 4 Stunden klassifiziert. Dadurch muss das System für Hochverfügbarkeit ausgelegt sein. Dies wird einerseits erreicht, indem die Oracle Datenbank für das AIM System als 4 Knoten Oracle RAC Datenbank betrieben wird, sowie die Applikationsserver innerhalb eines 6 Knoten RedHat Cluster konfiguriert werden. Weiters werden alle SAN Partition über FalconStor NSS IPStor gespiegelt um die Verfügbarkeit noch weiter zu verbessern.

Die Migration des AIM Systems wurde als Beispiel gewählt, weil hier sowohl die Neuanlage von FalconStor NSS IPStor Devices, sogenannte Virtual Disks, wie auch die 2.te Möglichkeit zur Migration von Daten, sogenannte Service Enabled Devices zur Anwendung kommen.

## AIM Systemarchitektur:

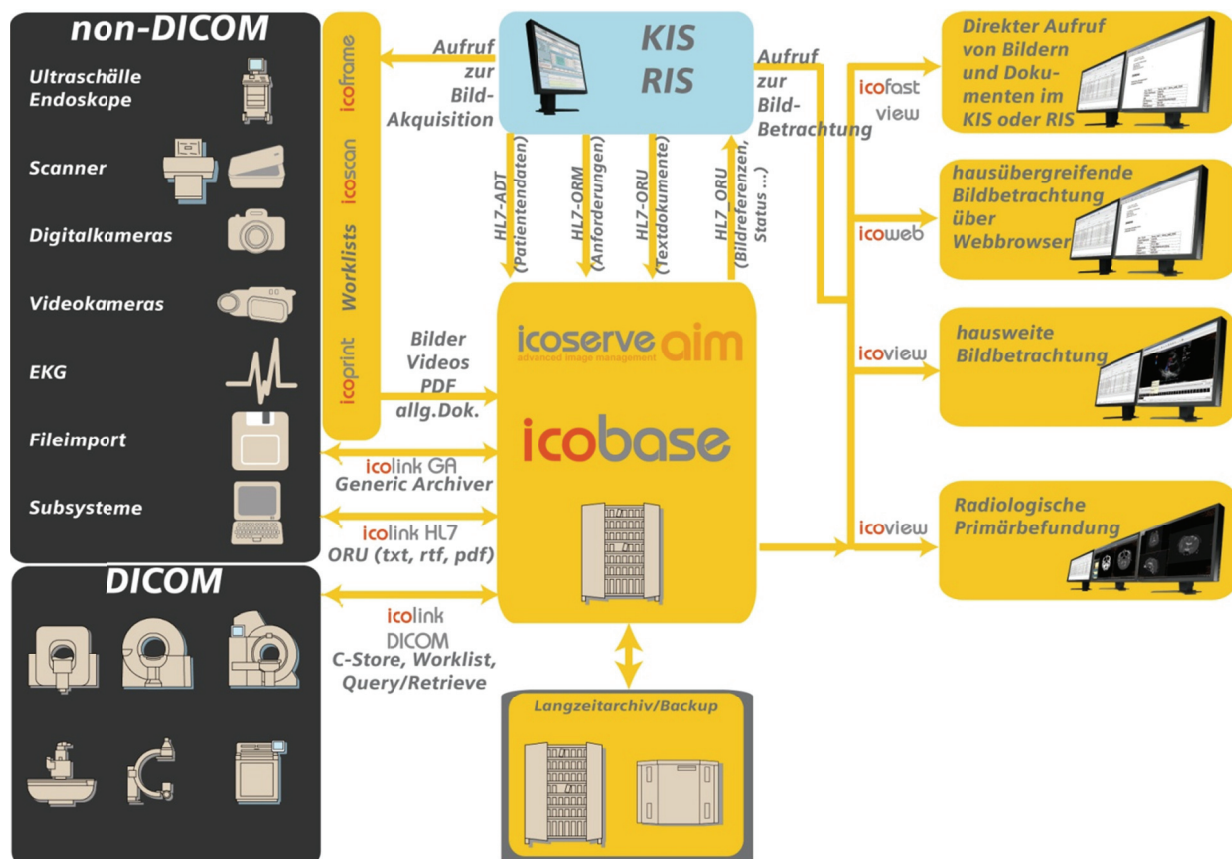


Abbildung 36 - AIM Systemarchitektur (Quelle: ITH-icoServe) [35]

Die Oracle Datenbank läuft auf einem 4 Noden RAC Cluster in der Version 10gR2 (10.2.0.3). Aufgrund der Tatsache, dass auch die Hardware komplett getauscht wurde, war eine „sanfte“ Migration - eine online Migration leider keine Option. Es wurden sowohl die RAC Noden, als auch das Storage System gewechselt. Außerdem wurden je 2 RAC Noden auf die beiden Systemräume DC-Innsbruck-Systemraum 1 und DC-Hall-Systemraum 2 verteilt.

Hardware alt für Oracle RAC Database :

Server:

IBM BladeCenter H mit 4 x IBM LS21 Blade Server (ausgestattet mit 2 x AMD Dual-Core Opteron 2218 Prozessoren und 32 GB RAM)

Storage System:

IBM DS8300 ausgestattet mit 300 GB FC Platten

Hardware neu für Oracle RAC Database:

Server:

HP c7000 Enclosure 4 x HP BL 460c G6 Blade Server (ausgestattet mit Intel Quad Core Prozessor L5520 mit 2,27 GHz und 48 GB RAM)

Storage System:

Hitachi AMS2500 mit 75 x 450 GB SAS Platten (jeweils baugleiche System im DC-Innsbruck-SR1 und DC-Hall-SR2)

Da das AIM System als Core System des Landeskrankenhauses – Universitätskliniken Innsbruck in der Applikationsklasse 1 klassifiziert ist, war natürlich die Zeitspanne, die für die Migration zur Verfügung stand, begrenzt. Es wurde mit der Abteilung IT-Spezial Systeme und der Abteilung IT-Systembetrieb eine maximale Down Time von 6 Stunden vereinbart. Die ganze Migration wurde auf das Wochenende gelegt, damit der Alltagsbetrieb so wenig wie möglich gestört wurde. Der übliche Migrationsweg für eine Oracle Datenbank, der Export der alten Datenbank und der Import in die neue Datenbank war aufgrund der Größe, die Datenbank ist ca. 2.0 TB groß und der vorgegebenen maximalen Downtime von 6 Stunden, kein gangbarer Weg. Nach ausführlichen Tests wurde als Migrationsweg das restore eines Oracle RMAN Backups gewählt. Nach zahlreichen restore Versuchen konnte die Datenbank von der alten auf die neue Hardware in 5 Stunden und 15 Minuten migriert werden.

Vorgangsweise der Migration:

Vorbereitende Maßnahmen:

- Installieren der neuen Server Hardware mit Betriebssystem und Oracle RAC Datenbank Software. Als Betriebssystem für die Oracle RAC Datenbank ist RedHat Enterprise 5 U5

zertifiziert. Die Oracle RAC Datenbank besteht aus 11gR2 Grid Infrastruktur, 11gR2 Datenbank Software, sowie zusätzlich die Datenbank Software der Version 10gR2. Somit ist es möglich auf der Oracle RAC Datenbank sowohl 10gR2 Datenbank Instanzen als auch 11gR2 Datenbank Instanzen zu betreiben.

- Anlegen der LUNs für die ASM Disken der Oracle RAC Datenbank auf der FalconStor NSS Appliances. Dazu werden auf dem Storage System Hitachi AMS2500-SR2-1, das seine Disken als Physical Devices zur Gänze der FalconStor NSS Appliance vsanapp2 präsentiert hat, SAN Resources unter Logical Resources angelegt.
- Die 4 RAC Node als sogenannte SAN Clients anlegen. Dazu werden die 4 RAC Node in einer Zone mit den FalconStor NSS Appliances vsanapp1 und vsanapp2 auf den Cisco SAN Switches angelegt. Dabei ist natürlich zu berücksichtigen, dass bei Ausfall einer Fabric im SAN immer ein Pfad vom Server über die FalconStor NSS Appliances zum Storage System verfügbar ist.
- Anlegen des Mirror für die AIM SAN Ressourcen. Dazu wird über die IPStor Console unter SAN Resources → Mirror → Add Mirror ein Spiegel auf dem Storage System Hitachi AMS2500-SR1-1 angelegt.

AIM System FalconStor NSS SAN Resources:

**FalconStor Management Console**

File Edit View Tools Help

**Servers**

- vsanapp1
- vsanapp2

**Physical Resources**

**Logical Resources**

- SAN Resources**
  - RAC\_ASM\_DATA01
  - RAC\_ASM\_DATA02
  - RAC\_ASM\_DATA03
  - RAC\_ASM\_DATA04
  - RAC\_ASM\_DATA05
  - RAC\_ASM\_FLASH01
  - RAC\_ASM\_FLASH02
  - RAC\_BACKUP01
  - RAC\_BACKUP02
  - RAC\_BACKUP03
  - RAC\_BACKUP04
  - RAC\_DS8300\_BACKUP01
  - RAC\_IMPORT\_EXPORT\_01
  - RAC\_OCR\_VOTE\_01
  - RAC\_OCR\_VOTE\_02
  - RAC\_OCR\_VOTE\_03

**Primary Layout**

| Name                  | SCSI Address | First Sector | Last Sector   | Size(MB)  |
|-----------------------|--------------|--------------|---------------|-----------|
| Virtual Header        | 101:0:26:204 | 204.820.480  | 204.826.623   |           |
| AMS2500-SR2-1_SAS_204 | 101:0:26:204 | 204.826.624  | 2.301.978.623 | 1.024.000 |
| Total                 |              |              |               | 1.024.000 |

**Mirror Layout**

| Name                  | SCSI Address | First Sector | Last Sector   | Size(MB)  |
|-----------------------|--------------|--------------|---------------|-----------|
| Virtual Header        | 108:0:18:104 | 819.226.624  | 819.232.767   |           |
| AMS2500-SR1-1_SAS_104 | 108:0:18:104 | 819.232.768  | 2.916.384.767 | 1.024.000 |
| Total                 |              |              |               | 1.024.000 |

**Fibre Channel Clients**

| Name  | Initiator W... | Target W... | L... | Access                 | Connection Access      |
|-------|----------------|-------------|------|------------------------|------------------------|
| RAC11 | *              | *           | 0    | Read/Write Non-Excl... | Read/Write Non-Excl... |
| RAC12 | *              | *           | 0    | Read/Write Non-Excl... | Read/Write Non-Excl... |
| RAC21 | *              | *           | 0    | Read/Write Non-Excl... | Read/Write Non-Excl... |
| RAC22 | *              | *           | 0    | Read/Write Non-Excl... | Read/Write Non-Excl... |

08/13/2011 16:26:40 [vsanapp2] Logged in Server: vsanapp2 16:55

Abbildung 37 - AIM System FalconStor NSS SAN Resources

Damit sind die vorbereitenden Maßnahmen abgeschlossen gewesen.

Im eigentlichen Wartungsfenster wurde dann das RMAN Backup restored, was aufgrund der guten Vorbereitung und ausführlichen Tests ohne Probleme funktionierte.

Als Ergebnis erhielt ich eine maximal hochverfügbare Oracle RAC Datenbank.

Die RAC Nodes sind auf die zwei Systemräume verteilt und die Disken für die Datenbank mittels FalconStor NSS IPStor zwischen den zwei Storage Systeme in den beiden Systemräumen gespiegelt.

Schematische Darstellung der neuen Oracle RAC Datenbank Infrastruktur :

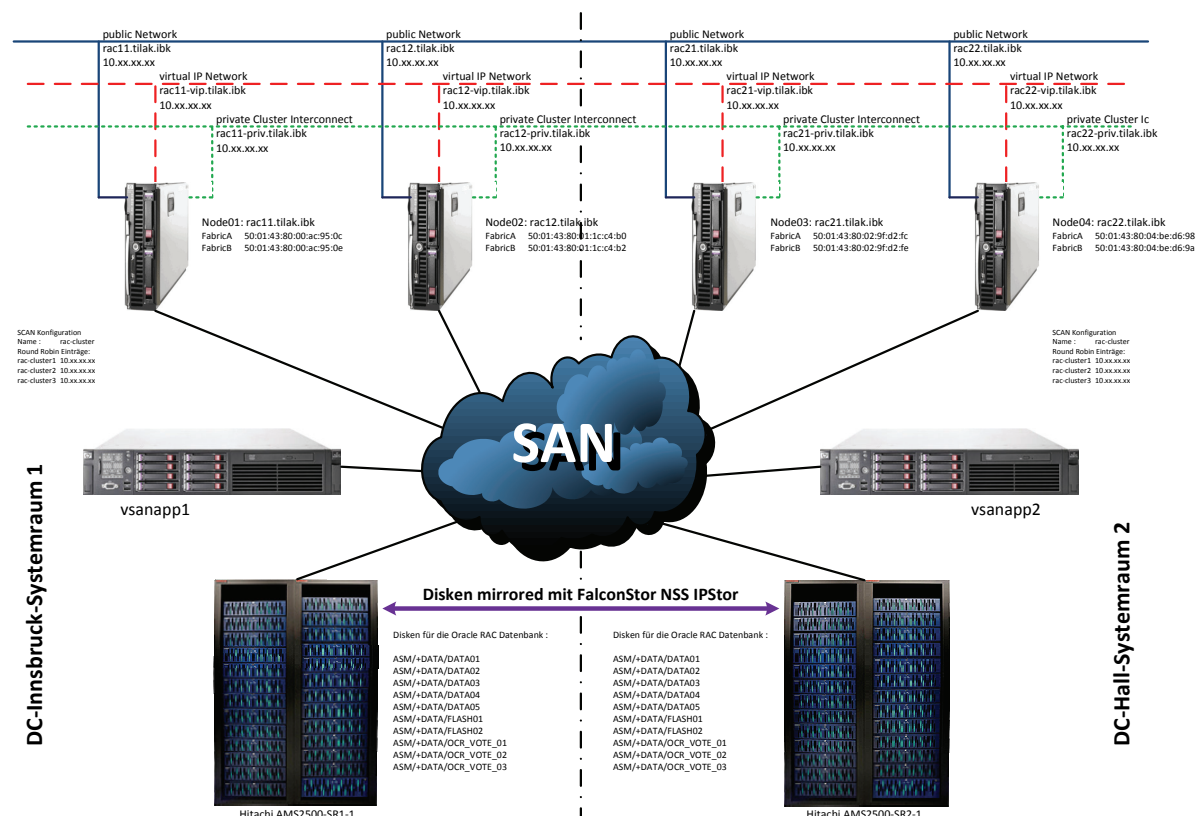


Abbildung 38 - Schematische Darstellung der neuen Oracle RAC Datenbank Infrastruktur

Migration der Disken AIM Applikationsserver:

Die Applikationsserver des AIM Systems wurden bereits im August 2008 auf eine neue Server Hardware übersiedelt. Dabei wurden bereits vorbereitend die Server für die Verortung in die beiden Systemräume installiert und konfiguriert. Somit mussten nur mehr die Disken für die Hochverfügbarkeit durch mich migriert werden.

Im AIM System existieren drei Arten von Disken:

- Speicherpools als Archiv Speicher
- Quorum Disk für die Cluster Konfiguration
- SAMBA Shares für medizinische Systeme

Die Speicherpools sind mittels einer ILM Logik, die das AIM System zur Verfügung stellt, in primary und secondary Speicherpools unterteilt. Wird ein Dokument eingespielt, beziehungsweise von einer Modalität gesendet, landet es zuerst im primary und zeitgleich auch im secondary Speicherpool. Innerhalb von 14 Tagen wird das Dokument in ein TSM Archiv archiviert. Zu diesem Zeitpunkt sind also 3 Kopien des Dokumentes vorhanden. Nach weiteren 7 Tagen wird die Studie nochmals aus dem TSM Archiv geladen und verifiziert ob sie korrekt im TSM Archiv archiviert wurde. Dazu werden MD5 Summen der Dokumente im secondary Pool und der zurück geladenen Dokumente gebildet und miteinander verglichen. Ist das Dokument korrekt archiviert worden, wird das Dokument aus dem primary Pool, der auch Frischdaten Pool heißt, gelöscht. Jetzt existieren immer noch zwei Kopien eines Dokumentes. Eines im secondary Speicherpool und eines im TSM Archiv. Nach einer frei konfigurierbaren Zeitspanne wird das Dokument auch aus dem secondary Speicherpool gelöscht, und es existiert nur mehr eine Version des Dokuments im TSM Archiv. Um den Zugriff auf die Dokumente so schnell wie möglich zu erlauben, wird so lange wie möglich eine Kopie des Dokumentes im secondary Speicherpool vorgehalten. Derzeit werden Dokumente erst nach frühestens 5 Jahren aus dem secondary Speicherpool gelöscht. Das bedeutet, dass alle eingespielten Dokumente der letzten 5 Jahre online gehalten werden. Deshalb sollten alle Speicherpools mittels FalconStor NSS IPStor gespiegelt werden.

Die Quorum Disk ist notwendig, damit es bei der von uns verwendeten Cluster Konfiguration (3 Knoten im Systemraum 1, 3 Knoten im Systemraum 2) nicht zu einer sogenannten Split Brain Konfiguration kommt. Sollte z.B. die Netzwerkverbindung zwischen Systemraum 1 und Systemraum 2 ausfallen, kommt es zu einer Teilung des Clusters: Da die Knoten im Systemraum 1 nicht mit den Knoten im Systemraum 2 kommunizieren kann, ist jede Node in einem Systemraum der Ansicht, die anderen Knoten sind nicht erreichbar und will die Services übernehmen, beziehungsweise starten. Dabei kann es dann zu erheblichen Dateninkonsistenzen auf den einzelnen Knoten kommen. Um diese Situation zu vermeiden, wird die Quorum Disk als zusätzliche Vote verwendet. Durch die Verwendung einer Quorum Disk, kann es nicht zu einer Split Brain Konfiguration kommen. Da die Votes im Cluster so verteilt sind, dass bei einer möglichen Split Brain Konfiguration alle Services der Knoten eines Systemraums übernommen werden. Die verbleibenden Knoten werden mittels STONITH Device rebootet und es kommt es zu keiner Inkonsistenz im Cluster. Aus diesem Grund sollte die Quorum Disk hochverfügbar und mittels FalconStor NSS IPStor gespiegelt sein.

Viele medizinische Systeme setzen zur Übertragung der Daten aus ihrem System in ein Archivsystem einen SAMBA Share voraus. Aus diesem Grund stellt das AIM Archiv für diese medizinischen Systeme einen SAMBA Share zur Verfügung. Dieser läuft als Service auf einem der Cluster Knoten. Die Daten auf dem Share sind teilweise nach der Übertragung nur mehr auf diesem SAMBA Share vorhanden, da sie nach erfolgreicher Übertragung ins Archiv auf dem Quellsystem gelöscht werden. Darum sollte auch die Daten auf diesem SAMBA Share hochverfügbar sein und mittels FalconStor NSS IPStor gespiegelt werden.

Vorgangsweise der Migration:

Vorbereitende Maßnahmen:

- Das Zoning für die SAN Disken der AIM Applikationsserver wird entsprechend angepasst, damit die Speicherpools, Quorum Disk und SAMBA Share auf den FalconStor NSS Appliances sichtbar sind. Alle Disken werden im ersten Schritt als Service Enabled Devices auf den FalconStor NSS Appliances angelegt
- Die sechs AIM Applikationsserver als SAN Clients auf den FalconStor NSS Appliances anlegen. Dazu muss das Zoning erweitert werden, damit die AIM Applikationsserver in der IPStor Console sichtbar sind

Im Wartungsfenster wird dann Node für Node abgearbeitet, und die einzelnen Disken sind dann über die FalconStor NSS Appliances sichtbar. Dazu werden die Services des AIM Systems mittels Cluster Utilities auf andere Applikationsserver übernommen, auf den nun ohne Service laufenden Applikationsserver werden die entsprechenden Konfigurationen überarbeitet und der Server rebootet. Nach dem Bootvorgang sind alle SAN Disken über die FalconStor NSS Appliances sichtbar. Nachdem die Service Enabled Devices auf allen AIM Applikationsserver konfiguriert wurden, werden die SAN Disken auf die entsprechenden Storage Systeme als Virtual Devices gespiegelt. Somit ergeben sich nach der Migration folgende Aufteilung der SAN Disken auf den AIM Applikationsserver.

AIM Applikationsserver SAN Disken alt

AIM Applikationsserver SAN Disken neu

Quorum Disk:

HP EVA8100-SR1-1

Hitachi AMS2500-SR1-1 gespiegelt mittels  
FalconStor NSS auf Hitachi AMS2500-SR2-1

SAMBA Share

HP EVA8100-SR1-1

Hitachi AMS2500-SR1-1 gespiegelt mittels  
FalconStor NSS auf Hitachi AMS2500-SR2-1

Speicherpools:

primary: IBM DS8300

Hitachi AMS2500-SR1-1 gespiegelt mittels  
FalconStor NSS auf Hitachi AMS2500-SR2-1

secondary: HP EVA8100-SR2-1

HP EVA8100-SR2-1

In den Anlagen E ist das komplette Protokoll der AIM Applikationsserver Migration dokumentiert.



Schematische Darstellung der neuen Oracle AIM Applikationsserver Infrastruktur:

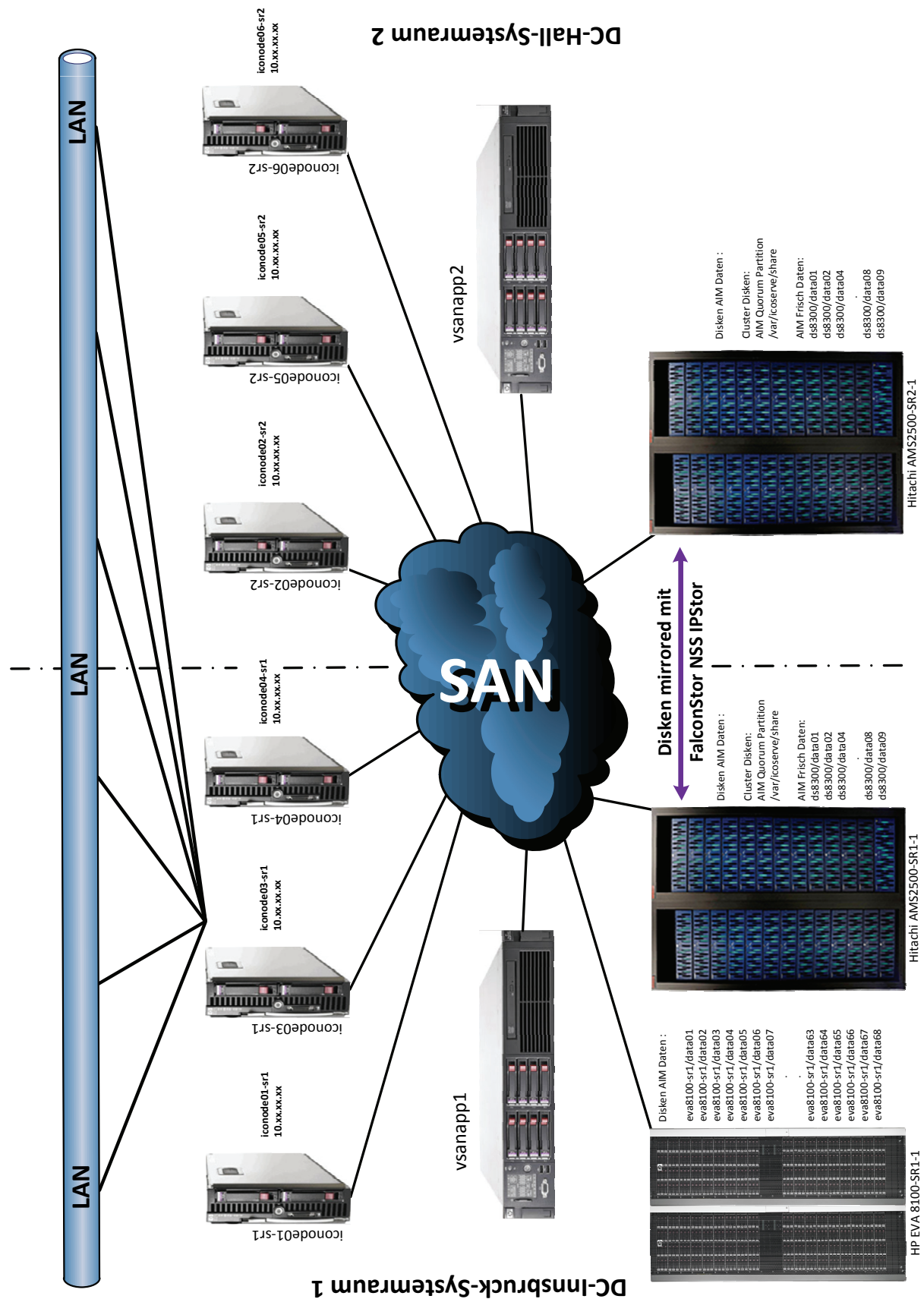


Abbildung 39 - Schematische Darstellung der neuen Oracle AIM Applikationsserver Infrastruktur

## 6. Ergebnisse, Bewertung und Ausblick

Im abschließenden Kapitel werden die erzielten Ergebnisse zusammengefasst und eine Bewertung der Diplomarbeit aus meiner Sicht des vorgenommen. Außerdem wird ein Ausblick in die Zukunft der Storage Virtualisierung mittels FalconStor NSS getätigt.

### 6.1 Ergebnisse

Das Diplomarbeitsthema „Storage Virtualisierung mit FalconStor NSS im SAN des Landeskrankenhauses – Universitätskliniken Innsbruck“, ergab sich für mich schon während der Zeit des Studiums. Durch die Inbetriebnahme eines zusätzlichen TILAK Rechenzentrums (DC-Hall- Systemraum 2), in der Abteilung Informationstechnologie am Landeskrankenhauses – Universitätskliniken Innsbruck stellte sich für mich und die Abteilung Informationstechnologie und insbesondere dem Bereich IT-Systembetrieb die Frage, wie die Verfügbarkeit unserer IT Systeme, insbesondere der Storage Systeme im SAN, kostengünstig und ressourcenschonend verbessert werden können. Als beste Lösung ergab sich nach Diskussion mehrerer Szenarien die Einführung einer Storage Virtualisierungslösung. Nach Evaluierung diverser Produkte wurde die FalconStor NSS Software als Storage Virtualisierungslösung ausgewählt. Diese Entscheidung und die Überlegungen dazu schuf die Grundlage zu dieser Diplomarbeit.

Nach Festlegung des Diplomarbeitsthemas habe ich versucht, die Grundlagen zum Thema der Diplomarbeit entsprechend aufzubereiten und zu erläutern. Dabei wurde in den ersten Kapiteln die Grundlagen zu Storage, Protokollen, Storage Virtualisierung erarbeitet und verfügbare Lösungen beschrieben.

Im praktischen Teil wurden die Entscheidungsgrundlagen für die Errichtung eines zweiten Rechenzentrums zur Absicherung der Verfügbarkeit bei katastrophalen Störungen, der Kategorisierung von IT Systemen in verschiedene Verfügbarkeitsklassen und die Entscheidung für die Einführung einer Storage Virtualisierungslösung gründlich erläutert.

Die Durchführung einer IST-Analyse der SAN Infrastruktur im Frühjahr 2010 und die Erarbeitung des SOLL-Zustandes der SAN Infrastruktur im Mai 2011 durch mich ergaben Engpässe in der Kapazität und damit den Bedarf für eine Erweiterung der SAN Infrastruktur, um die Möglichkeiten der Spiegelung zur Absicherung der Verfügbarkeit kritischer IT-Systeme voll ausschöpfen zu können.

Im Anschluss wurde die praktische Installation der FalconStor NSS Appliances, und die Inbetriebnahme der FalconStor NSS IPStor Software, welche ich mit Unterstützung durch unseren Businesspartner KAPSCH BusinessCom durchgeführt habe, dokumentiert. Hierbei werden die einzelnen Schritte zur Konfiguration der FalconStor NSS IPStor Software sowie die Erstellung einer SAN Ressource, die dann über die IPStor Software gespiegelt werden kann, aufgezeigt.

Daraufhin wurde die vollständige Migration des für die Abteilung Informationstechnologie als strategisches (Key-) System definierten AIM Systems durch mich beschrieben. Im Zuge dieses Projektes wurden (1) die SAN Disken der für das AIM System notwendigen Oracle RAC Datenbank mittels FalconStor NSS IPStor Virtual Disks hochverfügbar gemacht (AIM Datenbank), und (2) die Speicherpools des primary Datenpools (AIM Dateiablage Phase 1, Frischdaten und Master-Dateien) in FalconStor NSS IPStor integriert, mit Hilfe der Virtualisierungslösung migriert und hochverfügbar gemacht. Abschließend wurde der secondary Pool (AIM Dateiablage Phase 2, wiederhergestellte Daten und Replikate) für die geplante Migration im Sommer 2012 vorbereitet. Die SAN Disken des secondary Speicherpools wurden als Service Enabled Devices in die FalconStor NSS IPStor Infrastruktur integriert. Nach Neuanschaffung eines Nachfolge Storage Systems für die HP EVA8100-SR1-2 wird die Migration auf das neue System plangemäß online und ohne Probleme für mich möglich sein.

Abschließend wurden die Quorum und SAMBA Partitionen des AIM Applikationsserver Cluster ebenfalls in die FalconStor NSS IPStor Infrastruktur integriert und hochverfügbar gespiegelt.

Aufgrund meiner Erfahrungen sowohl im Einführungsprojekt als auch im laufenden Betrieb mit der neuen Virtualisierungslösung kann die Frage, die ich mir natürlich schon in der Planungsphase des Systemraums 2 gestellt habe (wird sich die Einführung einer technisch komplexen Storage Virtualisierungslösung in der SAN Infrastruktur des Landeskrankenhauses – Universitätskliniken Innsbruck im Hinblick auf die Ziele [verbesserte Verfügbarkeit und Systemmanagement] bezahlt machen ?), mit einem klaren JA beantwortet werden.

## 6.2 Bewertung

Mit dieser Diplomarbeit sollte es mir gelungen sein, einen guten Einblick in das komplexe Thema Storage Virtualisierung sowohl in der Theorie als auch in der Praxis zu geben. Durch den strukturierten Aufbau des Einführungsprojekts und den frühen Beginn der Planungsphase konnten bisher alle Anforderungen, die seitens der Abteilung Informationstechnologie des Landeskrankenhauses – Universitätskliniken Innsbruck an die FalconStor NSS IPStor Virtualisierungslösung gestellt wurden, erfolgreich umgesetzt werden. Durch den Einsatz der FalconStor NSS IPStor Virtualisierungslösung werden vor allem drei Hauptproblempunkte in der IT Infrastruktur des Landeskrankenhauses – Universitätskliniken Innsbruck gelöst.

- Durch die Storage Virtualisierungslösung kann der Auslastungsgrad der Storage Systeme deutlich gesteigert werden, ungenutzte Speicherressourcen können weitgehend vermieden werden
- Die Verfügbarkeit der Systeme wird durch die Möglichkeit der Spiegelung der Daten in der SAN Infrastruktur zwischen den beiden Datacentern (Reduktion produktspezifischer Abhängigkeiten) erhöht.

- Lange Migrationszeiten von Storage Systemen verbunden mit erheblichen Downtimes und entsprechend großem Wartungsaufwand können vermieden werden. Die Migration großer Datenmengen zum Beispiel im Zuge einer Storage Erneuerung oder Storage Erweiterung ist online und herstellerunabhängig realisierbar.

Voraussetzungen für den sicheren Betrieb der FalconStor NSS IPStor Virtualisierungslösung sind ein lückenloses Patch Management der Software sowie regelmäßige Failover Tests. Diese und weitere Sicherheitsmaßnahmen werden auch im Zuge des 2011 gestarteten Projekts „Einführung von Informationssicherheitsmanagement nach ISO 27001“ für wichtige IT-Infrastrukturen und Anwendungssysteme festgelegt und regelmäßig und dokumentiert durchgeführt.

### **6.3 Ausblick**

Durch weitere Zunahme konfigurierter SAN Ressourcen wird wahrscheinlich eine Kapazitätsgrenze beim Failover durch die Anzahl der SAN Ressourcen erreicht. Die Zeit, die benötigt wird um alle konfigurierten SAN Ressourcen von einer FalconStor NSS Appliance zur anderen zu übernehmen nähert sich der kritischen Marke von 60 Sekunden, die im FC-Protokoll als maximales Timeout vorgesehen sind.

Derzeit sind auf der vsanapp1 FalconStor NSS IPStor Appliance 70 SAN Ressourcen und auf der vsanapp2 FalconStor NSS IPStor Appliance 186 SAN Ressourcen konfiguriert.

Auch ist die Konfiguration des von mir unter Linux als Multipath Software verwendeten Device Mappers (jedes Server- und Storage System ist prinzipiell redundant im SAN angebunden) noch einmal zu überprüfen. Es traten bei Ausfall eines SAN Switches Komplikationen mit der Storage Virtualisierungslösung auf. Bei dem Ausfall eines SAN Switches wurde der Storage Pfad auf den AIM-Applikationsservern im Linux-Cluster nicht richtig übernommen und es kam zu einem dadurch bedingten Ausfall im AIM System.

Dieser Ausfall zeigte auf, dass die Konfiguration von Storage-Ressourcen im Speichernetz und der Konfiguration der Multipath-Treiber bei den darauf zugreifenden Serverressourcen insbesondere im Clusterbetrieb über zwei Standorte genau aufeinander abgestimmt erfolgen muss, und bedarf noch einer genaueren Analyse und Untersuchung meinerseits.

Um diese Problematiken zu umgehen ist vorgesehen, die FalconStor NSS IPStor Software auf die für den Herbst angekündigte FalconStor NSS IPStor Version 7 upzugraden.

Für das 1. Quartal 2012 ist des Weiteren die Einführung von Multi-Node FalconStor NSS IPStor Appliances angekündigt. In diesem Multi-Node Cluster mit voraussichtlich vier FalconStor NSS IPStor Appliances können dann die SAN Ressourcen wesentlich einfacher und gleich-mäßiger auf die Knoten der FalconStor NSS IPStor Appliances verteilt werden. Damit ist eine wesentlich höhere Anzahl an SAN Ressourcen auf den FalconStor NSS IPStor Appliances verwalt- und konfigurierbar.

## Literaturverzeichnis

- [1] Produktübersicht FalconStor NSS  
<http://www.falconstor.com/products/network-storage-server>  
(abgerufen am: 16.04.2011).
- [2] Informationen zu DataCore SANsymphony V  
<http://www.datacore.com/de/SANsymphony-V.aspx>  
(abgerufen am: 16.04.2011)
- [3] Produkt Details zu IBM SAN Volume Controller  
<http://www-03.ibm.com/systems/storage/software/virtualization/svc/>  
(abgerufen am: 17.04.2011).
- [4] Grundlagen zu Speichermedien  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Storage>  
(abgerufen am: 22.04.2011).
- [5] Informationen zu IBM 350 Disk Storage Unit  
[http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/storage/storage\\_350.html](http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/storage/storage_350.html)  
(abgerufen am: 22.04.2011).
- [6], [7] Tabellen zur Entwicklung von Festplatten Kenngrößen  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Festplattenlaufwerk>  
(abgerufen am 23.04.2011).
- [8], [9] Troppens, Ulf; Erkens, Rainer; Müller, Wolfgang: Speichernetze. - 2. aktualisierte und erweiterte Auflage - Heidelberg: dpunkt.verlag, 2008, ISBN 978-3-89864-393-1, Seite 146.
- [10] Network File System Informationen  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Network\\_File\\_System\\_\(protocol\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Network_File_System_(protocol))  
(abgerufen am 24.04.2011).
- [11] NFS Request for Comments 1094  
<http://tools.ietf.org/html/rfc1094>  
(abgerufen am 24.04.2011).
- [12], [13] SMB und CIFS Informationen  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Server\\_Message\\_Block](http://de.wikipedia.org/wiki/Server_Message_Block)  
(abgerufen am 24.04.2011).
- [14] SCSI Grundlagen  
<http://de.wikipedia.org/wiki/SCSI>  
(abgerufen am 28.04.2011).
- [15], [16] Troppens, Ulf; Erkens, Rainer; Müller, Wolfgang: Speichernetze. - 2. aktualisierte und erweiterte Auflage - Heidelberg: dpunkt.verlag, 2008, ISBN 978-3-89864-393-1, Seite 65.
- [17] Prof. Dr.-Ing Wilfried Schmalwasser, HS Mittweida – Fachbereich IT&ET,  
Vorlesung KI09WiA 2010, Rechnerarchitektur – Bussysteme – SCSI-Bus, Seite 7.
- [18] Troppens, Ulf; Erkens, Rainer; Müller, Wolfgang: Speichernetze. - 2. aktualisierte und erweiterte Auflage - Heidelberg: dpunkt.verlag, 2008, ISBN 978-3-89864-393-1, Seite 66.

- [19] Hierarchie der SAS Protokoll Routinen  
<http://www.speicherguide.de/Infrastruktur/SAS/tabid/220/articleType/ArticleView/articleId/10472/Default.aspx> (abgerufen am 29.04.2011).
- [20] Troppens, Ulf; Erkens, Rainer; Müller, Wolfgang: Speichernetze. - 2. aktualisierte und erweiterte Auflage - Heidelberg: dpunkt.verlag, 2008, ISBN 978-3-89864-393-1, Seite 115.
- [21] iSCSI NFS Request for Comments 3270  
<http://tools.ietf.org/html/rfc3720> (abgerufen am 29.04.2011).
- [22] Troppens, Ulf; Erkens, Rainer; Müller, Wolfgang: Speichernetze. - 2. aktualisierte und erweiterte Auflage - Heidelberg: dpunkt.verlag, 2008, ISBN 978-3-89864-393-1, Seite 81.
- [23] Troppens, Ulf; Erkens, Rainer; Müller, Wolfgang: Speichernetze. - 2. aktualisierte und erweiterte Auflage - Heidelberg: dpunkt.verlag, 2008, ISBN 978-3-89864-393-1, Seite 70.
- [24], [25] IBM Redbook - An Introduction to Fibre Channel over Ethernet and Fibre Channel over Convergence Enhanced Ethernet, Seite 3f.
- [26], [27] FCoE Frame Beschreibung, Stack Vergleich OSI-FCoE-FC  
[http://www.tecchannel.de/storage/san/1739663/fibre\\_channel\\_over\\_ethernet\\_neue\\_san\\_infrastruktur/index8.html](http://www.tecchannel.de/storage/san/1739663/fibre_channel_over_ethernet_neue_san_infrastruktur/index8.html)  
(abgerufen am 30.04.2011).
- [28] Troppens, Ulf; Erkens, Rainer; Müller, Wolfgang: Speichernetze. - 2. aktualisierte und erweiterte Auflage - Heidelberg: dpunkt.verlag, 2008, ISBN 978-3-89864-393-1, Seite 177.
- [29] Troppens, Ulf; Erkens, Rainer; Müller, Wolfgang: Speichernetze. - 2. aktualisierte und erweiterte Auflage - Heidelberg: dpunkt.verlag, 2008, ISBN 978-3-89864-393-1, Seite 166.
- [30] Troppens, Ulf; Erkens, Rainer; Müller, Wolfgang: Speichernetze. - 2. aktualisierte und erweiterte Auflage - Heidelberg: dpunkt.verlag, 2008, ISBN 978-3-89864-393-1, Seite 192.
- [31] Troppens, Ulf; Erkens, Rainer; Müller, Wolfgang: Speichernetze. - 2. aktualisierte und erweiterte Auflage - Heidelberg: dpunkt.verlag, 2008, ISBN 978-3-89864-393-1, Seite 195.
- [32] FalconStor NSS for the Enterprise  
<http://www.falconstor.com/dmddocuments/NSSEnterpriseDS100825.pdf>  
(abgerufen am 03.06.2011)
- [33] DataCore SANSymphony-V R8 Technisches Diagramm  
[http://www.datacore.com/Libraries/Zip\\_files/DataCore\\_Media\\_Kit.sflb.ashx](http://www.datacore.com/Libraries/Zip_files/DataCore_Media_Kit.sflb.ashx)  
(abgerufen am 04.06.2011)
- [34] IBM SAN Volume Controller Diagramm  
<http://www.lascon.co.uk/d004005.htm>  
(abgerufen am 04.06.2011)
- [35] AIM Systemarchitektur  
<http://www.ith-icoserve.com/loesungen/icoserve-aim/funktionen/>  
(abgerufen am 19.06.2011)

## Anlagen

|  |            |
|--|------------|
| <b>Anlagen A, Blade Chassis Belegung Infrastruktur IST-Analyse 2010 .....</b>    | <b>I</b>   |
| <b>Anlagen B, HP EVA8100-SR1-1 Belegung IST-Analyse 2010 .....</b>               | <b>III</b> |
| <b>Anlagen C, Blade Chassis Belegung Infrastruktur SOLL-Zustand 2011 .....</b>   | <b>V</b>   |
| <b>Anlagen D, Hitachi AMS2500-SR1-1   SR2-1 Belegung SOLL-Zustand 2011 .....</b> | <b>VII</b> |
| <b>Anlagen E, Migrationsprotokoll AIM System Applikationsserver .....</b>        | <b>XI</b>  |

## Blade Chassis Belegung BC1-SR1 IST-Analyse 2010:

|   |   |
|---|---|
| <b>BAY9 – molprod01</b><br>HP BL465c G5<br>SNr. CZJ83408AN<br>WWN: 50:01:43:80:02:ad:af:d4<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx      | <b>BAY1 – SRVCL10N01</b><br>HP BL465c G5<br>SNr. GB89351WXA<br>WWN: 50:01:43:80:04:c2:1e:dc<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx               |
| <b>BAY10</b><br>ILO2 : 10.xx.xx.xx  | <b>BAY2 – clover01</b><br>HP BL465c G1<br>SNr. CZJ720060E<br>WWN: 50:01:10:a0:00:85:a2:28<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx                 |
| <b>BAY11</b><br>ILO2 : 10.xx.xx.xx  | <b>BAY3</b><br>ILO2 : 10.xx.xx.xx   |
| <b>BAY12 – SRVCL13N01</b><br>HP BL465c G1<br>SNr. CZJ65004MH<br>WWN: 50:01:43:80:00:ac:96:0c<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx    | <b>BAY4 – vmwsr101</b><br>HP BL465c G5<br>SNr. GB8828VLDY<br>WWN: 50:01:10:a0:00:85:a2:1c<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx                 |
| <b>BAY13</b><br>ILO2 : 10.xx.xx.xx  | <b>BAY5</b><br>ILO2 : 10.xx.xx.xx   |
| <b>BAY14</b><br>ILO2 : 10.xx.xx.xx  | <b>BAY6</b><br>ILO2 : 10.xx.xx.xx   |
| <b>BAY15 – iconode03-sr1</b><br>HP BL465c G5<br>SNr. CZJ82006A5<br>WWN: 50:01:43:80:02:22:b2:dc<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx | <b>BAY7</b><br>ILO2 : 10.xx.xx.xx   |
| <b>BAY16 – iconode04-sr1</b><br>HP BL465c G5<br>SNr. CZJ82006A0<br>WWN: 50:01:43:80:02:22:b5:b0<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx | <b>BAY8 – iconode01-sr1</b><br>HP BL465c G5<br>SNr. CZJ82006A9<br>WWN: 50:01:43:80:02:22:ad:90<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx            |
| Cisco Catalyst Blade Switch 3020 for HP   |   |
| IC 1 : sw-zvg-g02-41-1-1 Snr. FOC1045T090   | IC 2 : sw-zvg-g02-41-1-2 Snr. FOC1045T07K   |
| Cisco MDS 9124e 24-port FC Switch   |   |
| IC 3 : fcA-SR1-03bc   | IC 4 : fcB-SR1-04bc   |
| Cisco Catalyst Blade Switch 3020 for HP   |   |
| IC 5 : sw-zvg-g02-41-1-5 Snr. FOC1046T0BV   | IC 6 : sw-zvg-g02-41-1-6 Snr. FOC1047T0AF   |
| bc1-sr1-0a1<br>10.xx.xx.xx  | HP BladeSystem c7000 Enclosure / SNr. GB8650079R<br>DC-Innsbruck-SR1 : BladeCenter <b>BC1-SR1</b><br>bc1-sr1-0a2<br>10.xx.xx.xx |
| Legende   | Cisco Catalyst Blade Switch 3020  |
| Legende   | BladeServer Einschub  |
| Legende   | Cisco MDS 9124e 24-port FC Switch   |
| Legende   | Freier Einschub   |

Abbildung 40 - Blade Chassis Belegung BC1-SR1 IST-Analyse 2010



## Blade Chassis Belegung BC1-SR2 IST-Analyse 2010:

|   |  |
|---|--|
| <b>BAY9 – molprod02</b><br>HP BL465c G5<br>SNr. CZJ820069V<br>WWN: 50:01:43:80:02:22:b4:ec<br>WWN: 50:01:43:80:02:22:b4:ee<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx      | <b>BAY1 – SRVCL10N02</b><br>HP BL465c G5<br>SNr. GB89351WX6<br>WWN: 50:01:43:80:04:c2:21:58<br>WWN: 50:01:43:80:04:c2:21:5a<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx    |
| <b>BAY10</b><br>ILO2 : 10.xx.xx.xx  | <b>BAY2 – clover02</b><br>HP BL465c G1<br>SNr. CZJ71600WW<br>WWN: 50:01:43:80:00:ac:95:80<br>WWN: 50:01:43:80:00:ac:95:82<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx      |
| <b>BAY11</b><br>ILO2 : 10.xx.xx.xx  | <b>BAY3</b><br>ILO2 : 10.xx.xx.xx  |
| <b>BAY12 – SRVCL13N02</b><br>HP BL465c G1<br>SNr. CZJ72806KD<br>WWN: 50:01:43:80:00:81:d0:64<br>WWN: 50:01:43:80:00:81:d0:66<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx    | <b>BAY4 – vmwsr201</b><br>HP BL465c G5<br>SNr. GB8828VLH3<br>WWN: 50:01:43:80:02:9f:d3:cc<br>WWN: 50:01:43:80:02:9f:d3:ce<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx      |
| <b>BAY13</b><br>ILO2 : 10.xx.xx.xx  | <b>BAY5</b><br>ILO2 : 10.xx.xx.xx  |
| <b>BAY14</b><br>ILO2 : 10.xx.xx.xx  | <b>BAY6</b><br>ILO2 : 10.xx.xx.xx  |
| <b>BAY15 – iconode05-sr2</b><br>HP BL465c G5<br>SNr. CZJ82006AF<br>WWN: 50:01:43:80:02:22:ad:c8<br>WWN: 50:01:43:80:02:22:ad:ca<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx | <b>BAY7</b><br>ILO2 : 10.xx.xx.xx  |
| <b>BAY16 – iconode06-sr2</b><br>HP BL465c G5<br>SNr. CZJ820069Y<br>WWN: 50:01:43:80:02:22:b2:cc<br>WWN: 50:01:43:80:02:22:b2:ce<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx | <b>BAY8 – iconode02-sr2</b><br>HP BL465c G5<br>SNr. CZJ820069T<br>WWN: 50:01:43:80:02:22:b5:a4<br>WWN: 50:01:43:80:02:22:b5:a6<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx |
| Cisco Catalyst Blade Switch 3020 for HP   |  |
| IC 1 : sw-hall-dc-g0-11-1-1 Snr. FOC1410T0B0  | IC 2 : sw-hall-dc-g0-11-1-2 Snr. FOC1410T0A7   |
| Cisco MDS 9124e 24-port FC Switch   |  |
| IC 3 : fcA-SR2-23bc Snr. 3C64213756   | IC 4 : fcB-SR2-24bc Snr. 3C6421376W  |
| Cisco Catalyst Blade Switch 3020 for HP   |  |
| IC 5 : sw-hall-dc-g0-11-1-5 Snr. FOC1410T0F6  | IC 6 : sw-hall-dc-g0-11-1-6 Snr. FOC1411T01D   |
| bc1-sr2-0a1 HP BladeSystem c7000 Enclosure G2 / SNr. GB802506AM   | bc1-sr2-0a2  |
| 10.xx.xx.xx DC-Hall-SR2 : BladeCenter <b>BC1-SR2</b>  | 10.xx.xx.xx  |
| Legende Cisco Catalyst Blade Switch 3020  | Legende Cisco MDS 9124e 24-port FC Switch  |
| Legende BladeServer Einschub  | Legende Freier Einschub  |

Abbildung 41 - Blade Chassis Belegung BC1-SR2 IST-Analyse 2010

| Virtual Disk Group | Name                 | Größe in GB | Typ    | Summe in GB | Disk Group |
|--------------------|----------------------|-------------|--------|-------------|------------|
| GE_RIS_DB          | GE_ASM_Data01        | 150         | Vraid5 | 2502        | DG_300     |
|                    | GE_ASM_Data02        | 150         | Vraid5 |             | DG_300     |
|                    | GE_ASM_Data03        | 150         | Vraid5 |             | DG_300     |
|                    | GE_ASM_Data04        | 150         | Vraid5 |             | DG_300     |
|                    | GE_ASM_Flash01       | 100         | Vraid5 |             | DG_300     |
|                    | GE_ASM_Flash02       | 100         | Vraid5 |             | DG_300     |
|                    | GE_ASM_Flash03       | 100         | Vraid5 |             | DG_300     |
|                    | GE_ASM_Flash04       | 100         | Vraid5 |             | DG_300     |
|                    | GE_CRS_CR_Disk       | 1           | VRaid1 |             | DG_300     |
|                    | GE_CRS_V_Disk        | 1           | VRaid1 |             | DG_300     |
|                    | GE_RAC_Backup        | 1500        | Vraid5 |             | DG_500     |
| MICROSOFT DHCP     | VD_DHCP_QUORUM1      | 1           | VRaid1 | 7           | DG_MS_300  |
|                    | VD_DHCP_QUORUM2      | 1           | VRaid1 |             | DG_MS_300  |
|                    | VD_MS_DHCP_DATA      | 5           | VRaid1 |             | DG_MS_300  |
| MICROSOFT EVAULT   | VD_MS_EVAULT_CACHE   | 50          | Vraid5 | 1377        | DG_500     |
|                    | VD_MS_EVAULT_DATEN   | 1000        | VRaid1 |             | DG_500     |
|                    | VD_MS_EVAULT_INDEX   | 300         | VRaid1 |             | DG_MS_300  |
|                    | VD_MS_EVAULT_MQ      | 25          | VRaid1 |             | DG_MS_300  |
|                    | VD_MS_EVAULT_QUORUM1 | 1           | VRaid1 |             | DG_MS_300  |
|                    | VD_MS_EVAULT_QUORUM2 | 1           | VRaid1 |             | DG_MS_300  |
| MICROSOFT EXCHANGE | VD_EX_DB_DATA1       | 2000        | Vraid5 | 4398        | DG_EX_450  |
|                    | VD_EX_DB_DATA2       | 2000        | Vraid5 |             | DG_EX_450  |
|                    | VD_EX_HUBDB          | 40          | VRaid1 |             | DG_EX_146  |
|                    | VD_EX_HUBLOB         | 10          | VRaid1 |             | DG_EX_146  |
|                    | VD_EX_LOG1           | 149         | VRaid1 |             | DG_EX_146  |
|                    | VD_EX_LOG2           | 149         | VRaid1 |             | DG_EX_146  |
|                    | VD_EX_SMTP           | 50          | VRaid1 |             | DG_EX_450  |
| MICROSOFT FILE     | VD_CL03_APPL         | 750         | Vraid5 | 14506       | DG_MS_300  |
|                    | VD_CL03_DATEN101     | 750         | Vraid5 |             | DG_MS_300  |
|                    | VD_CL03_DATEN102     | 750         | Vraid5 |             | DG_MS_300  |
|                    | VD_CL03_DATEN103     | 750         | Vraid5 |             | DG_MS_300  |
|                    | VD_CL03_DATEN201     | 750         | Vraid5 |             | DG_MS_300  |
|                    | VD_CL03_DATEN202     | 750         | Vraid5 |             | DG_MS_300  |
|                    | VD_CL03_DATEN203     | 750         | Vraid5 |             | DG_MS_300  |
|                    | VD_CL03_DATEN03      | 750         | Vraid5 |             | DG_MS_300  |
|                    | VD_CL03_DFS          | 1           | VRaid1 |             | DG_MS_300  |
|                    | VD_CL03_QUORUM1      | 1           | VRaid1 |             | DG_MS_300  |
|                    | VD_CL03_QUORUM2      | 1           | VRaid1 |             | DG_MS_300  |
|                    | VD_CL03_USER         | 750         | Vraid5 |             | DG_500     |
|                    | VD_CL04_DATEN01      | 750         | Vraid5 |             | DG_MS_300  |
|                    | VD_CL04_DFS          | 1           | VRaid1 |             | DG_MS_300  |
|                    | VD_CL04_QUORUM1      | 1           | VRaid1 |             | DG_MS_300  |
|                    | VD_CL04_QUORUM2      | 1           | VRaid1 |             | DG_MS_300  |
|                    | VD_CL04_USER01       | 1000        | Vraid5 |             | DG_1000    |
|                    | VD_CL04_USER02       | 1000        | Vraid5 |             | DG_1000    |
|                    | VD_CL04_USER03       | 1000        | Vraid5 |             | DG_1000    |
|                    | VD_CL04_USER04       | 1000        | Vraid5 |             | DG_1000    |
|                    | VD_CL04_USER05       | 1000        | Vraid5 |             | DG_1000    |
|                    | VD_CL04_USER06       | 1000        | Vraid5 |             | DG_1000    |
|                    | VD_CL04_USER07       | 1000        | Vraid5 |             | DG_1000    |

Tabelle 8 - HP EVA8100-SR1-1 Disk Layout IST-Analyse 2010

|                  |                      |      |        |      |           |
|------------------|----------------------|------|--------|------|-----------|
| MICROSOFT FILE   | VD_CL04_USER08       | 1000 | Vraid5 | 7000 | DG_1000   |
|                  | VD_CL04_USER09       | 1000 | Vraid5 |      | DG_1000   |
|                  | VD_CL04_USER10       | 1000 | Vraid5 |      | DG_1000   |
|                  | VD_CL04_USER11       | 1000 | Vraid5 |      | DG_1000   |
|                  | VD_CL04_USER12       | 1000 | Vraid5 |      | DG_1000   |
|                  | VD_CL04_USER13       | 1000 | Vraid5 |      | DG_1000   |
|                  | VD_CL04_USER14       | 1000 | Vraid5 |      | DG_1000   |
| MICROSOFT SCCM   | VD_SRVMGDIS04_DR     | 200  | Vraid5 | 200  | DG_MS_300 |
| MICROSOFT SQL    | VD_MS_SQL_DATA01     | 100  | Vraid5 | 332  | DG_MS_300 |
|                  | VD_MS_SQL_DATA02     | 100  | Vraid5 |      | DG_MS_300 |
|                  | VD_MS_SQL_DATA03     | 80   | Vraid5 |      | DG_MS_300 |
|                  | VD_MS_SQL_LOG01      | 20   | VRaid1 |      | DG_MS_300 |
|                  | VD_MS_SQL_LOG02      | 30   | VRaid1 |      | DG_MS_300 |
|                  | VD_MS_SQL_QUORUM1    | 1    | VRaid1 |      | DG_MS_300 |
|                  | VD_MS_SQL_QUORUM2    | 1    | VRaid1 |      | DG_MS_300 |
| MICROSOFT VMWARE | VD_MS_VM_STORAGE01   | 500  | Vraid5 | 1000 | DG_MS_300 |
|                  | VD_MS_VM_STORAGE02   | 500  | Vraid5 |      | DG_MS_300 |
| MOLIS            | VD_MOLPROD1_BACKUP01 | 200  | Vraid5 | 700  | DG_500    |
|                  | VD_MOLPROD1_DATA01   | 500  | Vraid5 |      | DG_500    |
| PGS              | VD_PGS_BBS           | 75   | Vraid5 | 175  | DG_300    |
|                  | VD_PGS_LIS           | 100  | Vraid5 |      | DG_300    |
| VMware           | VD_SRVAPDOL01_RAW_DR | 200  | Vraid5 | 9750 | DG_500    |
|                  | VD_SRVAPHMO01_RAW_DR | 1000 | Vraid5 |      | DG_500    |
|                  | VD_SRVFSLNX01_RAW_DR | 600  | Vraid5 |      | DG_500    |
|                  | VD_STORAGE01_DR      | 450  | Vraid5 |      | DG_500    |
|                  | VD_STORAGE02_DR      | 500  | Vraid5 |      | DG_500    |
|                  | VD_STORAGE03_DR      | 500  | Vraid5 |      | DG_500    |
|                  | VD_STORAGE04_DR      | 500  | Vraid5 |      | DG_500    |
|                  | VD_STORAGE05_DR      | 500  | Vraid5 |      | DG_500    |
|                  | VD_STORAGE06_DR      | 500  | Vraid5 |      | DG_500    |
|                  | VD_STORAGE07_DR      | 500  | Vraid5 |      | DG_500    |
|                  | VD_STORAGE08_DR      | 500  | Vraid5 |      | DG_500    |
|                  | VD_STORAGE09_DR      | 500  | Vraid5 |      | DG_500    |
|                  | VD_STORAGE10_DR      | 500  | Vraid5 |      | DG_500    |
|                  | VD_STORAGE11_DR      | 500  | Vraid5 |      | DG_500    |
|                  | VD_STORAGE12_DR      | 500  | Vraid5 |      | DG_500    |
|                  | VD_STORAGE13_DR      | 500  | Vraid5 |      | DG_500    |
|                  | VD_TEMPLATES01_DR    | 500  | Vraid5 |      | DG_300    |
|                  | VD_TTKARDIO_RAW_DR   | 500  | Vraid5 |      | DG_300    |
|                  | VD_TTKINDER_RAW_DR   | 500  | Vraid5 |      | DG_300    |
| VMware_DMZ       | VD_DMZ01_DR          | 500  | Vraid5 | 500  | DG_300    |
| WINDOWS          | VD_CL10_DATA1_DR     | 50   | Vraid5 | 1006 | DG_300    |
|                  | VD_CL10_LOG1_DR      | 50   | Vraid5 |      | DG_300    |
|                  | VD_CL10_QUORUM_DR    | 2    | Vraid5 |      | DG_300    |
|                  | VD_CL13_DATA1_DR     | 700  | Vraid5 |      | DG_500    |
|                  | VD_CL13_DTC_DR       | 2    | Vraid5 |      | DG_500    |
|                  | VD_CL13_QUORUM_DR    | 2    | Vraid5 |      | DG_300    |
|                  | VD_CL13_SQLDATA_DR   | 100  | Vraid5 |      | DG_300    |
|                  | VD_CL13_SQLLOG_DR    | 100  | Vraid5 |      | DG_300    |
| Cloverleaf       | Clover_A             | 50   | Vraid5 | 101  | DG_300    |
|                  | Clover_B             | 50   | Vraid5 |      | DG_300    |
|                  | Clover_Quorum        | 1    | VRaid1 |      | DG_300    |

## Blade Chassis Belegung BC1-SR1 SOLL-Zustand 2011:

|   |  |
|---|--|
| <b>BAY9 – molprod01</b><br>HP BL465c G5<br>SNr. CZJ83408AN<br>WWN: 50:01:43:80:02:ad:af:d4<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx                                  | <b>BAY1 – SRVCL10N01</b><br>HP BL465c G5<br>SNr. GB89351WXA<br>WWN: 50:01:43:80:04:c2:1e:dc<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx    |
| <b>BAY10</b><br>ILO2 : 10.xx.xx.xx  | <b>BAY2 – clover01</b><br>HP BL465c G1<br>SNr. CZJ720060E<br>WWN: 50:01:10:a0:00:85:a2:28<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx      |
| <b>BAY11 – SRVMSTST01</b><br>HP BL460c G6<br>SNr. CZJ02601K5<br>WWN: 50:01:10:a0:00:19:03:64<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx                                | <b>BAY3 – SRVCL16N01</b><br>HP BL460c G6<br>SNr. CZJ04205D5<br>WWN: 50:01:43:80:04:c2:12:d0<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx    |
| <b>BAY12 – SRVCL13N01</b><br>HP BL465c G1<br>SNr. CZJ65004MH<br>WWN: 50:01:43:80:00:ac:96:0c<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx                                | <b>BAY4 – vmwsr101</b><br>HP BL465c G5<br>SNr. GB8828VLDY<br>WWN: 50:01:10:a0:00:85:a2:1c<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx      |
| <b>BAY13 – rac11</b><br>HP BL460c G6<br>SNr. CZJ02601JX<br>WWN: 50:01:43:80:00:ac:95:0c<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx                                     | <b>BAY5 – SRVAPTMG01</b><br>HP BL460c G6<br>SNr. CZJ02601JY<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx                                    |
| <b>BAY14 – rac12</b><br>HP BL460c G6<br>SNr. CZJ02601JS<br>WWN: 50:01:43:80:01:1c:c4:b0<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx                                     | <b>BAY6 – SRVCL14N01</b><br>HP BL460c G6<br>SNr. CZJ02601JY<br>WWN: 50:01:43:80:02:9f:d2:e0<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx    |
| <b>BAY15 – iconode03-sr1</b><br>HP BL465c G5<br>SNr. CZJ82006A5<br>WWN: 50:01:43:80:02:b2:dc<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx                                | <b>BAY7 – ractest01</b><br>HP BL460c G6<br>SNr. CZJ02601K3<br>WWN: 50:01:43:80:01:1c:ba:38<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx     |
| <b>BAY16 – iconode04-sr1</b><br>HP BL465c G5<br>SNr. CZJ82006A0<br>WWN: 50:01:43:80:02:b5:b0<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx                                | <b>BAY8 – iconode01-sr1</b><br>HP BL465c G5<br>SNr. CZJ82006A9<br>WWN: 50:01:43:80:02:22:ad:90<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx |
| Cisco Catalyst Blade Switch 3020 for HP   |  |
| IC 1 : sw-zvg-g02-41-1-1 Snr. FOC1045T090   | IC 2 : sw-zvg-g02-41-1-2 Snr. FOC1045T07K  |
| Cisco MDS 9124e 24-port FC Switch   |  |
| IC 3 : fcA-SR1-03bc   | IC 4 : fcB-SR1-04bc  |
| Cisco Catalyst Blade Switch 3020 for HP   |  |
| IC 5 : sw-zvg-g02-41-1-5 Snr. FOC1046T0BV   | IC 6 : sw-zvg-g02-41-1-6 Snr. FOC1047T0AF  |
| bc1-sr1-0a1 HP BladeSystem c7000 Enclosure / SNr. GB8650079R bc1-sr1-0a2<br>10.xx.xx.xx DC-Innsbruck-SR1 : BladeCenter <b>BC1-SR1</b> 10.xx.xx.xx |  |
| Legende Cisco Catalyst Blade Switch 3020  | Legende Cisco MDS 9124e 24-port FC Switch  |
| Legende BladeServer Einschub  | Legende Freier Einschub  |

Abbildung 42 - Blade Chassis Belegung BC1-SR1 SOLL-Zustand 2011

## Blade Chassis Belegung BC1-SR2 SOLL-Zustand 2011:

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| BAY9 – molprod02  | HP BL465c G5<br>SNr. CZI820069V<br>WWN: 50:01:43:80:02:22:b4:ec<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx | BAY1 – SRVCL10N02                            | HP BL465c G5<br>SNr. GB89351WX6<br>WWN: 50:01:43:80:04:c2:21:58<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx |
| BAY10   |   | BAY2 – clover02                              | HP BL465c G1<br>SNr. CZI71600WW<br>WWN: 50:01:43:80:00:ac:95:80<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx |
| BAY11 – SRVMSTST02  | HP BL460c G6<br>SNr. CZI02601JZ<br>WWN: 50:01:43:80:02:9f:d2:04<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx | BAY3 – SRVCL16N02                            | HP BL460c G6<br>SNr. CZI04205D1<br>WWN: 50:01:43:80:05:69:3c:98<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx |
| BAY12 – SRVCL13N02  | HP BL465c G1<br>SNr. CZI72806KD<br>WWN: 50:01:43:80:00:81:d0:64<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx | BAY4 – vmwsr201                              | HP BL465c G5<br>SNr. GB8828VLH3<br>WWN: 50:01:43:80:02:9f:d3:cc<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx |
| BAY13 – rac21   | HP BL460c G6<br>SNr. CZI02601JT<br>WWN: 50:01:43:80:02:9f:d2:fc<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx | BAY5 – SRVAPTMG02                            | HP BL460c G6<br>SNr. CZI02601JP<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx                                 |
| BAY14 – rac22   | HP BL460c G6<br>SNr. CZI02601K6<br>WWN: 50:01:43:80:04:be:d6:98<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx | BAY6 – SRVCL14N02                            | HP BL460c G6<br>SNr. CZI02601K0<br>WWN: 50:01:43:80:02:9f:d2:ec<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx |
| BAY15 – iconode05-sr2   | HP BL465c G5<br>SNr. CZI82006AF<br>WWN: 50:01:43:80:02:22:ad:c8<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx | BAY7 – ractest02                             | HP BL460c G6<br>SNr. CZI02601K7<br>WWN: 50:01:43:80:00:ac:95:20<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx |
| BAY16 – iconode06-sr2   | HP BL465c G5<br>SNr. CZI820069Y<br>WWN: 50:01:43:80:02:22:b2:cc<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx | BAY8 – iconode02-sr2                         | HP BL465c G5<br>SNr. CZI820069T<br>WWN: 50:01:43:80:02:22:b5:a4<br>ILO2 : 10.xx.xx.xx |
| Cisco Catalyst Blade Switch 3020 for HP                         |   | Cisco Catalyst Blade Switch 3020 for HP      |   |
| IC 1 : sw-hall-dc-g0-11-1-1 Snr. FOC1410T0B0                    |   | IC 2 : sw-hall-dc-g0-11-1-2 Snr. FOC1410T0A7 |   |
| Cisco MDS 9124e 24-port FC Switch                               |   | Cisco MDS 9124e 24-port FC Switch            |   |
| IC 3 : fcA-SR2-23bc Snr. 3C64213756                             |   | IC 4 : fcB-SR2-24bc Snr. 3C6421376W          |   |
| Cisco Catalyst Blade Switch 3020 for HP                         |   | Cisco Catalyst Blade Switch 3020 for HP      |   |
| IC 5 : sw-hall-dc-g0-11-1-5 Snr. FOC1410T0F6                    |   | IC 6 : sw-hall-dc-g0-11-1-6 Snr. FOC1411T01D |   |
| bc1-sr2-0a1 HP BladeSystem c7000 Enclosure G2 / SNr. GB802506AM |   | bc1-sr2-0a2                                  |   |
| 10.xx.xx.xx DC-Hall-SR2 : BladeCenter <b>BC1-SR2</b>            |   | 10.xx.xx.xx                                  |   |
| Legende   | Cisco Catalyst Blade Switch 3020  | Legende                                      | Cisco MDS 9124e 24-port FC Switch   |
| Legende   | BladeServer Einschub  | Legende                                      | Freier Einschub   |

Abbildung 43 - Blade Chassis Belegung BC1-SR2 SOLL-Zustand 2011

| Name                              | Größe in MB | RAID Typ       | Typ  | Summe GB  | FalconStor Primary | FalconStor Mirror |
|-----------------------------------|-------------|----------------|------|-----------|--------------------|-------------------|
| VMWARE_SAS_L000                   | 512         | RAID5 (8D+1P)  | SAS  | 1.508,60  | AMS2500-SR1-1      | AMS2500-SR2-1     |
| VMWARE_SAS_L001                   | 512         | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR1-1      | AMS2500-SR2-1     |
| VMWARE_SAS_L002                   | 512         | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR1-1      | AMS2500-SR2-1     |
| VMWARE_SAS_L003                   | 512         | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR1-1      | AMS2500-SR2-1     |
| VMWARE_SAS_L024                   | 512         | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR1-1      | AMS2500-SR2-1     |
| VMWARE_SAS_L025                   | 512         | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR1-1      | AMS2500-SR2-1     |
| VMWARE_SAS_L026                   | 512         | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR1-1      | AMS2500-SR2-1     |
| VMWARE_SAS_L027_TESTCL            | 512         | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR1-1      | AMS2500-SR2-1     |
| VMWARE_SAS_RAW_azwmoodle1         | 512         | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR1-1      | AMS2500-SR2-1     |
| VMWARE_SAS_RAW_PHIONMC1           | 512         | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR1-1      | AMS2500-SR2-1     |
| VMWARE_SAS_RAW_srvapaimh1_DATA01  | 349         | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR1-1      | AMS2500-SR2-1     |
| VMWARE_SAS_RAW_srvapaimh1_DATA02  | 349         | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR1-1      | AMS2500-SR2-1     |
| VMWARE_SATA_RAW_srvapbrain        | 984         | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR1-1      | AMS2500-SR2-1     |
| VMWARE_SATA_RAW_srvaphpac1_DATA01 | 2.000       | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR1-1      | AMS2500-SR2-1     |
| VMWARE_SATA_RAW_srvaphpac2_DATA01 | 1.024.000   | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR1-1      | AMS2500-SR2-1     |
| VMWARE_SATA_RAW_srvdbhris1_DATA1  | 102.400     | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR1-1      | AMS2500-SR2-1     |
| VMWARE_SATA_RAW_srvdbhris1_DATA2  | 102.400     | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR1-1      | AMS2500-SR2-1     |
| VMWARE_SATA_RAW_srvdbhris1_DATA3  | 102.400     | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR1-1      | AMS2500-SR2-1     |
| VMWARE_SATA_RAW_srvdbhris1_DATA4  | 102.400     | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR1-1      | AMS2500-SR2-1     |
| VMWARE_SATA_RAW_srvdbhris1_DATA5  | 102.400     | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR1-1      | AMS2500-SR2-1     |
| RAC_ASM_DATA01                    | 1.024.000   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  | 21.339,00 | AMS2500-SR2-1      | AMS2500-SR1-1     |
| RAC_ASM_DATA02                    | 1.024.000   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1      | AMS2500-SR1-1     |
| RAC_ASM_DATA03                    | 1.024.000   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1      | AMS2500-SR1-1     |
| RAC_ASM_DATA04                    | 1.024.000   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1      | AMS2500-SR1-1     |
| RAC_ASM_DATA05                    | 1.024.000   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1      | AMS2500-SR1-1     |
| RAC_ASM_FLASH01                   | 1.024.000   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1      | AMS2500-SR1-1     |
| RAC_ASM_FLASH02                   | 1.024.000   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1      | AMS2500-SR1-1     |
| RAC_BACKUP01                      | 6.291.456   | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1      |                   |
| RAC_BACKUP02                      | 2.097.152   | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1      |                   |
| RAC_BACKUP03                      | 2.097.152   | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1      |                   |
| RAC_BACKUP04                      | 2.097.152   | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1      |                   |
| RAC_IMPORT_EXPORT_01              | 2.097.152   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1      | AMS2500-SR1-1     |
| RAC_OCR_VOTE_01                   | 1.024       | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1      | AMS2500-SR1-1     |
| RAC_OCR_VOTE_02                   | 1.024       | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1      | AMS2500-SR1-1     |
| RAC_OCR_VOTE_03                   | 1.024       | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1      | AMS2500-SR1-1     |
| PACSAP01T_01_FATA                 | 716.800     | RAID6 (16D+2P) | SATA | 4.264,00  | AMS2500-SR2-1      | AMS2500-SR1-1     |
| PACSAP01T_02_FATA                 | 1.619.968   | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1      | AMS2500-SR1-1     |
| PACSAP01T_03_FATA                 | 1.619.968   | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1      | AMS2500-SR1-1     |
| PACSDBO1T_01_FATA                 | 307.200     | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1      | AMS2500-SR1-1     |

Tabelle 9 - Hitachi AMS2500-SR1-1 | SR2-1 SOLL-Zustand

|                   |           |                |      |           |               |               |
|-------------------|-----------|----------------|------|-----------|---------------|---------------|
| PACSAP_APP        | 102.400   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  | 51.465,00 | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA01     | 2.096.128 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA02     | 2.096.128 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA03     | 2.096.128 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA04     | 2.096.128 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA05     | 2.096.128 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA06     | 2.096.128 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA07     | 2.096.128 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA08     | 2.096.128 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA09     | 2.096.128 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA10     | 2.096.128 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA11     | 2.096.128 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA12     | 2.096.128 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA13     | 2.048.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA14     | 2.048.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA15     | 2.048.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA16     | 2.048.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA17     | 2.048.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA18     | 2.048.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA19     | 2.048.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA20     | 2.048.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA21     | 2.048.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA22     | 2.048.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA23     | 2.048.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA24     | 2.048.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_DATA25     | 2.048.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_QUORUM     | 1.024     | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSAP_TELRAD     | 819.200   | RAID6 (16D+2P) | SATA | 51.465,00 | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL13_FS_DATA1  | 700.000   | RAID6 (16D+2P) | SATA | 878,91    | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL13_SQL_DATA1 | 100.000   | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL13_SQL_LOG1  | 100.000   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL14_DB1_Data1 | 300.000   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  | 781,25    | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL14_DB1_Log1  | 100.000   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL14_DB2_Data1 | 200.000   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL14_DB2_Log1  | 100.000   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL14_FS1_Data1 | 100.000   | RAID6 (16D+2P) | SATA | 781,25    | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |

|                       |           |                |      |           |               |               |
|-----------------------|-----------|----------------|------|-----------|---------------|---------------|
| SRVCL16_Data_005      | 5.000.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA | 26.004,27 | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL16_Data_005      | 2.000.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL16_Data_007      | 2.000.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL16_Data_008      | 2.000.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL16_Data_009      | 2.000.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL16_Data_010      | 2.000.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL16_Data_011      | 2.000.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL16_Data_012      | 2.000.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL16_Data_013      | 2.000.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL16_Data_014      | 2.000.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL16_Data_015      | 2.000.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL16_SQL_Bak_004   | 200.000   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL16_SQL_Data1_002 | 200.000   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL16_SQL_Log1_003  | 100.000   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL16N01_DATA_001   | 99.282    | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL16N01_OSBak      | 467.831   | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR1-1 | AMS2500-SR2-1 |
| SRVCL16N02_DATA_001   | 99.274    | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVCL16N02_OSBak      | 461.989   | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| SRVDBSQLT1_DATA1      | 307.200   | RAID6 (16D+2P) | SATA | 300,00    | AMS2500-SR1-1 | AMS2500-SR2-1 |
| GE_ASM_Data01         | 153.600   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  | 2.502,00  | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| GE_ASM_Data02         | 153.600   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| GE_ASM_Data03         | 153.600   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| GE_ASM_Data04         | 153.600   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| GE_ASM_Flash01        | 102.400   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| GE_ASM_Flash02        | 102.400   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| GE_ASM_Flash03        | 102.400   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| GE_ASM_Flash04        | 102.400   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| GE_CRS_CR_Disk        | 1.024     | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| GE_CRS_V_Disk         | 1.024     | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| GE_RAC_Backup         | 1.536.000 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSDB_ASM_DATA01     | 204.800   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  | 1.402,00  | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSDB_ASM_DATA02     | 204.800   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSDB_ASM_DATA03     | 204.800   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSDB_ASM_DATA04     | 204.800   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSDB_ASM_DATA05     | 204.800   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSDB_ASM_FLASH1     | 102.400   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSDB_ASM_FLASH2     | 102.400   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSDB_ASM_FLASH3     | 102.400   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSDB_ASM_FLASH4     | 102.400   | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSDB_CRS_CR_DISK    | 1.024     | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| PACSDB_CRS_V_DISK     | 1.024     | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |



|                      |           |                |      |           |               |               |
|----------------------|-----------|----------------|------|-----------|---------------|---------------|
| AIM_Cluster_Quorum   | 1.024     | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| AIM_DATA_DS8300_0201 | 1.619.968 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| AIM_DATA_DS8300_1001 | 1.619.968 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| AIM_DATA_DS8300_1801 | 1.619.968 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| AIM_DATA_DS8300_2501 | 1.619.968 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| AIM_DATA_DS8300_3001 | 1.888.256 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| AIM_DATA_DS8300_3101 | 1.888.256 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| AIM_DATA_DS8300_3501 | 1.619.968 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| AIM_DATA_DS8300_3601 | 1.888.256 | RAID6 (16D+2P) | SATA |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| AIM_DATA_DS8300_3701 | 1.888.256 | RAID6 (16D+2P) | SATA | 15.287,00 | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| AIMTEST_L001         | 1.103.843 | RAID6 (16D+2P) | SATA | 1.077,97  | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| CLOVER_A_DATA01      | 51.200    | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| CLOVER_B_DATA01      | 51.200    | RAID5 (8D+1P)  | SAS  |           | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |
| CLOVER_QUORUM        | 1.024     | RAID5 (8D+1P)  | SAS  | 101,00    | AMS2500-SR2-1 | AMS2500-SR1-1 |

15.12.2010 16:09

Vorarbeiten :

Zonen anlegen damit die vsanapp's die Clients iconode01-SR1 - iconode06-SR2 sehen :

FabricA :

```
ICONODE01-SR1_VSANAPP2_T_102 [VSANAPP2_T_102, ICONODE01-SR1] [fcA-SR2-21 fc1/20, fcA-SR1-03bc bay8]
ICONODE01-SR1_VSANAPP2_T_104 [VSANAPP2_T_104, ICONODE01-SR1] [fcA-SR2-21 fc1/22, fcA-SR1-03bc bay8]
ICONODE02-SR2_VSANAPP2_T_102 [VSANAPP2_T_102, ICONODE02-SR2] [fcA-SR2-21 fc1/20, fcA-SR2-23bc bay8]
ICONODE02-SR2_VSANAPP2_T_104 [VSANAPP2_T_104, ICONODE02-SR2] [fcA-SR2-21 fc1/22, fcA-SR2-23bc bay15]
ICONODE03-SR1_VSANAPP2_T_102 [VSANAPP2_T_102, ICONODE03-SR1] [fcA-SR2-21 fc1/20, fcA-SR1-03bc bay15]
ICONODE03-SR1_VSANAPP2_T_104 [VSANAPP2_T_104, ICONODE03-SR1] [fcA-SR2-21 fc1/22, fcA-SR1-03bc bay15]
ICONODE04-SR1_VSANAPP2_T_102 [VSANAPP2_T_102, ICONODE04-SR1] [fcA-SR2-21 fc1/20, fcA-SR1-03bc bay16]
ICONODE04-SR1_VSANAPP2_T_104 [VSANAPP2_T_104, ICONODE04-SR1] [fcA-SR2-21 fc1/22, fcA-SR1-03bc bay16]
ICONODE05-SR2_VSANAPP2_T_102 [VSANAPP2_T_102, ICONODE05-SR2] [fcA-SR2-21 fc1/20, fcA-SR2-23bc bay15]
ICONODE05-SR2_VSANAPP2_T_104 [VSANAPP2_T_104, ICONODE05-SR2] [fcA-SR2-21 fc1/22, fcA-SR2-23bc bay15]
ICONODE06-SR2_VSANAPP2_T_102 [VSANAPP2_T_102, ICONODE06-SR2] [fcA-SR2-21 fc1/20, fcA-SR2-23bc bay16]
ICONODE06-SR2_VSANAPP2_T_104 [VSANAPP2_T_104, ICONODE06-SR2] [fcA-SR2-21 fc1/22, fcA-SR2-23bc bay16]
```

FabricB :

```
ICONODE01-SR1_VSANAPP2_T_103 [ICONODE01-SR1, VSANAPP2_T_103] [fcB-SR1-04bc bay8, fcB-SR2-22 fc1/20]
ICONODE01-SR1_VSANAPP2_T_105 [ICONODE01-SR1, VSANAPP2_T_105] [fcB-SR1-04bc bay8, fcB-SR2-22 fc1/22]
ICONODE02-SR2_VSANAPP2_T_103 [ICONODE02-SR2, VSANAPP2_T_103] [fcB-SR2-24bc bay8, fcB-SR2-22 fc1/20]
ICONODE02-SR2_VSANAPP2_T_105 [ICONODE02-SR2, VSANAPP2_T_105] [fcB-SR2-24bc bay8, fcB-SR2-22 fc1/22]
ICONODE03-SR1_VSANAPP2_T_103 [ICONODE03-SR1, VSANAPP2_T_103] [fcB-SR1-04bc bay15, fcB-SR2-22 fc1/20]
ICONODE03-SR1_VSANAPP2_T_105 [ICONODE03-SR1, VSANAPP2_T_105] [fcB-SR1-04bc bay15, fcB-SR2-22 fc1/22]
ICONODE04-SR1_VSANAPP2_T_103 [ICONODE04-SR1, VSANAPP2_T_103] [fcB-SR1-04bc bay16, fcB-SR2-22 fc1/20]
ICONODE04-SR1_VSANAPP2_T_105 [ICONODE04-SR1, VSANAPP2_T_105] [fcB-SR1-04bc bay16, fcB-SR2-22 fc1/22]
ICONODE05-SR2_VSANAPP2_T_103 [ICONODE05-SR2, VSANAPP2_T_103] [fcB-SR2-24bc bay15, fcB-SR2-22 fc1/20]
ICONODE05-SR2_VSANAPP2_T_105 [ICONODE05-SR2, VSANAPP2_T_105] [fcB-SR2-24bc bay15, fcB-SR2-22 fc1/22]
ICONODE06-SR2_VSANAPP2_T_103 [ICONODE06-SR2, VSANAPP2_T_103] [fcB-SR2-24bc bay16, fcB-SR2-22 fc1/20]
ICONODE06-SR2_VSANAPP2_T_105 [ICONODE06-SR2, VSANAPP2_T_105] [fcB-SR2-24bc bay16, fcB-SR2-22 fc1/22]
```

San Clients anlegen im IPStor auf vsanapp2 :

FileSysteme identifizieren, die im AIM System auf den Knoten gemountet werden : IBM DS8300 :

dscli> lshostconnect

Date/Time: December 16, 2010 10:09:33 AM CET IBM DSCLI Version: 5.1.730.216 DS: IBM.2107-75BYAR1

| Name                  | ID   | WWPN             | HostType  | Profile       | portgrp | volgrpID | ESSIOport   |
|-----------------------|------|------------------|-----------|---------------|---------|----------|-------------|
| AIM_iconode01_cl_FabB | 003F | 500143800222AD92 | LinuxRHEL | Intel - Linux | RHEL    | 0 V13    | I0232,I0302 |
| AIM_iconode01_cl_FabA | 0040 | 500143800222AD90 | LinuxRHEL | Intel - Linux | RHEL    | 0 V13    | I0230,I0300 |
| AIM_iconode02_cl_FabB | 0041 | 500143800222B5A6 | LinuxRHEL | Intel - Linux | RHEL    | 0 V13    | I0232,I0302 |
| AIM_iconode02_cl_FabA | 0042 | 500143800222B5A4 | LinuxRHEL | Intel - Linux | RHEL    | 0 V13    | I0230,I0300 |
| AIM_iconode03_cl_FabB | 0043 | 500143800222B2DE | LinuxRHEL | Intel - Linux | RHEL    | 0 V13    | I0232,I0302 |
| AIM_iconode03_cl_FabA | 0044 | 500143800222B2DC | LinuxRHEL | Intel - Linux | RHEL    | 0 V13    | I0230,I0300 |
| AIM_iconode04_cl_FabB | 0045 | 500143800222B5B2 | LinuxRHEL | Intel - Linux | RHEL    | 0 V13    | I0232,I0302 |
| AIM_iconode04_cl_FabA | 0046 | 500143800222B5B0 | LinuxRHEL | Intel - Linux | RHEL    | 0 V13    | I0230,I0300 |
| AIM_iconode05_cl_FabB | 0047 | 500143800222ADCA | LinuxRHEL | Intel - Linux | RHEL    | 0 V13    | I0232,I0302 |
| AIM_iconode05_cl_FabA | 0048 | 500143800222ADC8 | LinuxRHEL | Intel - Linux | RHEL    | 0 V13    | I0230,I0300 |
| AIM_iconode06_cl_FabB | 0049 | 500143800222B2CE | LinuxRHEL | Intel - Linux | RHEL    | 0 V13    | I0232,I0302 |
| AIM_iconode06_cl_FabA | 004A | 500143800222B2CC | LinuxRHEL | Intel - Linux | RHEL    | 0 V13    | I0230,I0300 |

dscli> showvolgrp -lunmap V13

Date/Time: December 16, 2010 10:09:55 AM CET IBM DSCLI Version: 5.1.730.216 DS: IBM.2107-75BYAR1

Name AIM\_Cl\_u\_Data

ID V13

Type SCSI Map 256

Vols 1506 2304 0201 1001 1801 2501 3001 3101 3501 3601 3701

=====LUN Mapping=====

vol lun

=====

1506 00 2304 01 0201 02 1001 03 1801 04 2501 05 3001 06 3101 07 3501 08 3601 09 3701 0A

dscli> lsfbvol

Date/Time: December 16, 2010 10:11:23 AM CET IBM DSCLI Version: 5.1.730.216 DS: IBM.2107-75BYAR1

Name ID accstate datastate configstate deviceMTM datatype extpool cap (2^30B) cap (10^9B) cap (blocks)

|               |      |        |        |        |          |        |     |        |   |            |
|---------------|------|--------|--------|--------|----------|--------|-----|--------|---|------------|
| =====         |      |        |        |        |          |        |     |        |   |            |
| AIM_Quorum    | 1506 | Online | Normal | Normal | 2107-900 | FB 512 | P15 | 1.0    | - | 2097152    |
| AIM_Cl_opt    | 2304 | Online | Normal | Normal | 2107-900 | FB 512 | P23 | 42.0   | - | 88080384   |
| AIM_Data_0201 | 0201 | Online | Normal | Normal | 2107-900 | FB 512 | P2  | 1582.0 | - | 3317694464 |
| AIM_Data_1001 | 1001 | Online | Normal | Normal | 2107-900 | FB 512 | P10 | 1582.0 | - | 3317694464 |
| AIM_Data_1801 | 1801 | Online | Normal | Normal | 2107-900 | FB 512 | P18 | 1582.0 | - | 3317694464 |
| AIM_Data_2501 | 2501 | Online | Normal | Normal | 2107-900 | FB 512 | P25 | 1582.0 | - | 3317694464 |
| AIM_Data_3001 | 3001 | Online | Normal | Normal | 2107-900 | FB 512 | P30 | 1844.0 | - | 3867148288 |
| AIM_Data_3101 | 3101 | Online | Normal | Normal | 2107-900 | FB 512 | P31 | 1844.0 | - | 3867148288 |
| AIM_Data_3501 | 3501 | Online | Normal | Normal | 2107-900 | FB 512 | P35 | 1582.0 | - | 3317694464 |
| AIM_Data_3601 | 3601 | Online | Normal | Normal | 2107-900 | FB 512 | P36 | 1844.0 | - | 3867148288 |
| AIM_Data_3701 | 3701 | Online | Normal | Normal | 2107-900 | FB 512 | P37 | 1844.0 | - | 3867148288 |

Aufteilung der LUN's auf die Knoten :

|               |  |
|---------------|--|
| AIM_Quorum    | : 1506 auf allen Knoten vorhanden, RHEL Cluster Quorum |
| AIM_Cl_opt    | : 2304 frühere GFS /opt LUN, wird nicht mehr benötigt  |
| AIM_Data_0201 | : icondoe02-sr1:/ds8300/data01                         |
| AIM_Data_1001 | : icondoe02-sr1:/ds8300/data02                         |
| AIM_Data_1801 | : icondoe02-sr1:/ds8300/data03                         |
| AIM_Data_2501 | : icondoe02-sr1:/ds8300/data04                         |
| AIM_Data_3001 | : iconode01-sr1:/ds8300/data05                         |
| AIM_Data_3101 | : iconode01-sr1:/ds8300/data06                         |
| AIM_Data_3501 | : iconode01-sr1:/ds8300/data07                         |
| AIM_Data_3601 | : iconode01-sr1:/ds8300/data08                         |
| AIM_Data_3701 | : iconode01-sr1:/ds8300/data09                         |

HP EVA8100-SR1-2

|                           |          |
|---------------------------|----------|
| DG01_DATA01 - DG01_DATA18 | 18 LUN's |
| DG02_DATA01 - DG02_DATA18 | 18 LUN's |
| DG03_DATA01 - DG03_DATA18 | 18 LUN's |
| DG04_DATA01 - DG04_DATA18 | 18 LUN's |

insgesamt : 72 LUN's

|             |                                     |
|-------------|-------------------------------------|
| DG01_DATA01 | : iconode01-sr1:/eva8100-sr1/data01 |
| DG01_DATA02 | : iconode01-sr1:/eva8100-sr1/data02 |

|             |                                     |
|-------------|-------------------------------------|
| DG04_DATA16 | : icondoe02-sr2:/eva8100-sr1/data67 |
| DG04_DATA17 | : icondoe02-sr2:/eva8100-sr1/data68 |
| DG04_DATA18 | : nicht gemountet                   |

Auf der DS8300 die FBVolumes der Volumgruppe der vsanapp's (V14) präsentieren :

dscli> chvolgrp -action add -volume 1506 V14

Date/Time: December 16, 2010 12:08:55 PM CET IBM DSCLI Version: 5.1.730.216 DS: IBM.2107-75BYAR1

CMUC000311 chvolgrp: Volume group V14 successfully modified.

dscli> chvolgrp -action add -volume 0201 V14

Date/Time: December 16, 2010 12:12:05 PM CET IBM DSCLI Version: 5.1.730.216 DS: IBM.2107-75BYAR1

CMUC000311 chvolgrp: Volume group V14 successfully modified.

dscli> chvolgrp -action add -volume 3701 V14

Date/Time: December 16, 2010 12:14:42 PM CET IBM DSCLI Version: 5.1.730.216 DS: IBM.2107-75BYAR1

CMUC000311 chvolgrp: Volume group V14 successfully modified.

```
dscli> showvolgrp -lunmap V14
Date/Time: December 16, 2010 12:18:40 PM CET IBM DSCLI Version: 5.1.730.216 DS: IBM.2107-75BYAR1
Name VSANAPP
ID V14
Type SCSI Map 256
Vols 1101 1901 2606 2607 2608 2802 2803 3301 3401 0004 0104 0402 0403 0404 0405 0406 1201 1703 1704
1705 1706 1506 0201 1001 1801 2501 3001 3101 3501 3601 3701
=====LUN Mapping=====
vol lun
=====
1101 00 1901 01 2606 02 2607 03 2608 04 2802 05 2803 06 3301 07 3401 08 0004 09 0104 0A 0402 0B 0403 0C 0404 0D
0405 0E 0406 0F 1201 10 1703 11 1704 12 1705 13 1706 14 1506 15 0201 16 1001 17 1801 18 2501 19 3001 1A 3101 1B
3501 1C 3601 1D 3701 1E
```

Resacan auf vsanapp1 (bei Physical Resources) --> Lun's IBM DS8300 vorhanden  
Resacan auf vsanapp2 (bei Physical Resources) --> Lun's IBM DS8300 vorhanden  
umbenennen der Fibre Channel Devices (unter Physical Resources --> Physical Devices -->  
Fibre Channel Devices) wie LUN's auf der IBM DS8300  
Disk Preparation (ein Service enabled Device aus dem Fibre Channel Device erzeugen)  
Fibre Channel Device --> Properties --> Disk Preparation --> Device Category --> Reserved for Service enabled Device  
alle Disks IBM DS8300 die für das AIM System benötigt werden sind nun Service enabled Devices.

SAN Resource erstellen :

Unter Logical Resources --> SAN Resources Disk's im Batchmodus anlegen.

Umbenennen von

```
AIM_10118 --> AIM_Cluster_Quorum AIM_10119 --> AIM_Data_DS8300_2501 AIM_10120 --> AIM_Data_DS8300_3601
AIM_10121 --> AIM_Data_DS8300_1001 AIM_10122 --> AIM_Data_DS8300_3101 AIM_10123 --> AIM_Data_DS8300_0201
AIM_10124 --> AIM_Data_DS8300_3001 AIM_10125 --> AIM_Data_DS8300_3701 AIM_10126 --> AIM_Data_DS8300_1801
AIM_10127 --> AIM_Data_DS8300_3501
```

Multipath.conf anpassen

aus Logical Ressourcen --> SAN Resources unter General GUID einern Teil der wwid auslesen

```
AIM_Cluster_Quorum GUID = 0a100b3d-0000-b288-3400-97858ab078a4 --> wwid = 36000d77d0000b288340097858ab078a4
AIM_Data_DS8300_2501 GUID = 0a100b3d-0000-b1de-3400-97858adba7ca --> wwid = 36000d77d0000b1de340097858adba7ca
AIM_Data_DS8300_3601 GUID = 0a100b3d-0000-b45a-3400-97858b011a82 --> wwid = 36000d77d0000b45a340097858b011a82
AIM_Data_DS8300_1001 GUID = 0a100b3d-0000-ae5f-3400-97858b264d00 --> wwid = 36000d77d0000ae5f340097858b264d00
AIM_Data_DS8300_3101 GUID = 0a100b3d-0000-ae87-3400-97858b4a5624 --> wwid = 36000d77d0000ae87340097858b4a5624
AIM_Data_DS8300_0201 GUID = 0a100b3d-0000-b0d9-3400-97858b717568 --> wwid = 36000d77d0000b0d9340097858b717568
AIM_Data_DS8300_3001 GUID = 0a100b3d-0000-b02a-3400-97858b96a7e9 --> wwid = 36000d77d0000b02a340097858b96a7e9
AIM_Data_DS8300_3701 GUID = 0a100b3d-0000-aad9-3400-97858bc88347 --> wwid = 36000d77d0000aad9340097858bc88347
AIM_Data_DS8300_1801 GUID = 0a100b3d-0000-aa40-3400-97858bef281a --> wwid = 36000d77d0000aa40340097858bef281a
AIM_Data_DS8300_3501 GUID = 0a100b3d-0000-ac8e-3400-97858c123969 --> wwid = 36000d77d0000ac8e340097858c123969
```

multipath.conf.falconstor auf die iconoden verteilen

```
[root@iconode01-sr1 backup]# scp /etc/multipath.conf.falsconstor iconode02-sr2:/etc/ multipath.conf.falsconstor
100% 14KB 13.9KB/s 00:00
[root@iconode01-sr1 backup]# scp /etc/multipath.conf.falsconstor iconode03-sr1:/etc/
multipath.conf.falsconstor 100% 14KB 13.9KB/s 00:00
[root@iconode01-sr1 backup]# scp /etc/multipath.conf.falsconstor iconode04-sr1:/etc/
multipath.conf.falsconstor 100% 14KB 13.9KB/s 00:00
[root@iconode01-sr1 backup]# scp /etc/multipath.conf.falsconstor iconode05-sr2:/etc/
multipath.conf.falsconstor 100% 14KB 13.9KB/s 00:00
[root@iconode01-sr1 backup]# scp /etc/multipath.conf.falsconstor iconode06-sr2:/etc/
multipath.conf.falsconstor 100% 14KB 13.9KB/s 00:00
```

die vsanapp's den virtualen Disks der EVA präsentieren :

Zoning anpassen, damit die vsanapp's die HP EVA8100-SR1-2 sehen.

FabricA:

VSANAPP1\_I\_101\_EVA8100-SR1-2\_A\_FP1 = EVA8100-SR1-2\_A\_FP1, VSANAPP1\_I\_101 [50:01:43:80:06:2c:fb:1a]  
VSANAPP1\_I\_101\_EVA8100-SR1-2\_B\_FP1 = EVA8100-SR1-2\_B\_FP1, VSANAPP1\_I\_101 [50:01:43:80:06:2c:fb:1a]  
VSANAPP1\_I\_106\_EVA8100-SR1-2\_A\_FP1 = EVA8100-SR1-2\_A\_FP1, VSANAPP1\_I\_106 [50:01:43:80:06:2c:fa:5c]  
VSANAPP1\_I\_106\_EVA8100-SR1-2\_B\_FP1 = EVA8100-SR1-2\_B\_FP1, VSANAPP1\_I\_106 [50:01:43:80:06:2c:fa:5c]  
VSANAPP2\_I\_108\_EVA8100-SR1-2\_A\_FP1 = EVA8100-SR1-2\_A\_FP1, VSANAPP2\_I\_108 [50:01:43:80:06:2c:fa:48]  
VSANAPP2\_I\_108\_EVA8100-SR1-2\_B\_FP1 = EVA8100-SR1-2\_B\_FP1, VSANAPP2\_I\_108 [50:01:43:80:06:2c:fa:48]

FabricB:

VSANAPP1\_I\_100\_EVA8100-SR1-2\_A\_FP2 = EVA8100-SR1-2\_A\_FP2, VSANAPP1\_I\_100 [50:01:43:80:06:2c:fb:18]  
VSANAPP1\_I\_100\_EVA8100-SR1-2\_B\_FP2 = EVA8100-SR1-2\_B\_FP2, VSANAPP1\_I\_100 [50:01:43:80:06:2c:fb:18]  
VSANAPP1\_I\_107\_EVA8100-SR1-2\_A\_FP2 = EVA8100-SR1-2\_A\_FP2, VSANAPP1\_I\_107 [50:01:43:80:06:2c:fa:5e]  
VSANAPP1\_I\_107\_EVA8100-SR1-2\_B\_FP2 = EVA8100-SR1-2\_B\_FP2, VSANAPP1\_I\_107 [50:01:43:80:06:2c:fa:5e]  
VSANAPP2\_I\_109\_EVA8100-SR1-2\_A\_FP2 = EVA8100-SR1-2\_A\_FP2, VSANAPP2\_I\_109 [50:01:43:80:06:2c:fa:4a]  
VSANAPP2\_I\_109\_EVA8100-SR1-2\_B\_FP2 = EVA8100-SR1-2\_B\_FP2, VSANAPP2\_I\_109 [50:01:43:80:06:2c:fa:4a]

In der Command View Host's anlegen und Presentation zu den VDisks anlegen (72 x 6 = 432 mal klicken)

Die Host's vsanapp1 und vsanapp2 sind den AIM\_DG01 bis AIM\_DG04 (72 Lun's) zugewiesen.

Rescan auf vsanapp1 --> Physical Resources --> RESCAN

Rescan auf vsanapp2 --> Physical Resources --> RESCAN

umbenennen der Fibre Channel Devices (unter Physical Resources --> Physical Devices --> Fibre Channel Devices)

HSV210... --> EVA8100-SR1-2\_FATA\_DG01\_DATA01

wie virtuelle Disks auf der EVA8100-SR1-2 (EVA8100-SR1-2\_FATA\_ voranschreiben)

Disk Preparation (ein Service enabled Device aus dem Fibre Channel Device erzeugen)

Fibre Channel Device --> Properties --> Disk Preparation --> Device Category --> Reserved for Service enabled Device

alle Disks der EVA8100-SR1-2 sind nun Service enabled Devices.

SAN Resource erstellen :

Unter Logical Resources --> SAN Resources Disk's im Batchmodus anlegen.

Umbenennen von

AIM\_DG10128 --> AIM\_DG02\_DATA17 AIM\_DG10129 --> AIM\_DG03\_DATA18 AIM\_DG10130 --> AIM\_DG01\_DATA01

AIM\_DG10131 --> AIM\_DG01\_DATA02 AIM\_DG10132 --> AIM\_DG01\_DATA03 AIM\_DG10133 --> AIM\_DG01\_DATA04

.

.

AIM\_DG10194 --> AIM\_DG03\_DATA13 AIM\_DG10195 --> AIM\_DG03\_DATA14 AIM\_DG10196 --> AIM\_DG03\_DATA15

AIM\_DG10197 --> AIM\_DG03\_DATA16 AIM\_DG10198 --> AIM\_DG03\_DATA17 AIM\_DG10199 --> AIM\_DG03\_DATA18

multipath.conf anpassen :

aus Logical Ressourcen --> SAN Resources unter General GUID einen Teil der wwid auslesen

AIM\_DG01\_DATA01 GUID = 0a100b3d-0000-232a-43ea-97d555e0a85b --> wwid = 36000d77d0000232a43ea97d555e0a85b

AIM\_DG01\_DATA02 GUID = 0a100b3d-0000-2265-43ea-97d5560972da --> wwid = 36000d77d0000226543ea97d5560972da

.

.

AIM\_DG03\_DATA17 GUID = 0a100b3d-0000-b762-396e-97d5613290db --> wwid = 36000d77d0000b762396e97d5613290db

AIM\_DG03\_DATA18 GUID = 0a100b3d-0000-bd60-396e-97d56162f5bf --> wwid = 36000d77d0000bd60396e97d56162f5bf

Vorarbeiten erledigt.

Wartungsbeginn 16:00

Service die auf den Knoten laufen :

[root@iconode01-sr1 backup]# clustat

Cluster Status for AIM @ Mon Dec 20 14:07:56 2010

Member Status: Quorate

| Member Name                    | ID | Status                   |
|--------------------------------|----|--------------------------|
| iconode01-sr1.tilak.ibk        | 1  | Online, Local, rgmanager |
| iconode02-sr2.tilak.ibk        | 2  | Online, rgmanager        |
| iconode03-sr1.tilak.ibk        | 3  | Online, rgmanager        |
| iconode04-sr1.tilak.ibk        | 4  | Online, rgmanager        |
| iconode05-sr2.tilak.ibk        | 5  | Online, rgmanager        |
| iconode06-sr2.tilak.ibk        | 6  | Online, rgmanager        |
| /dev/mapper/AIM_Cluster_Quorum | 0  | Online, Quorum Disk      |

| Service Name            | Owner (Last)            | State   |
|-------------------------|-------------------------|---------|
| service:Dicom_allgemein | iconode05-sr2.tilak.ibk | started |
| service:HZirl           | iconode04-sr1.tilak.ibk | started |
| service:MD              | iconode06-sr2.tilak.ibk | started |
| service:Nuk             | iconode05-sr2.tilak.ibk | started |
| service:RA              | iconode04-sr1.tilak.ibk | started |
| service:RAUN            | iconode03-sr1.tilak.ibk | started |
| service:appl1           | iconode03-sr1.tilak.ibk | started |
| service:appl2           | iconode06-sr2.tilak.ibk | started |
| service:hl7_allgemein   | iconode06-sr2.tilak.ibk | started |
| service:icoadmin        | iconode05-sr2.tilak.ibk | started |
| service:nodes01         | iconode01-sr1.tilak.ibk | started |
| service:nodes02         | iconode02-sr2.tilak.ibk | started |
| service:omniNames       | iconode03-sr1.tilak.ibk | started |

Start der Wartung ICONODE01-SR1 : 16:00

Übernehmen des Service

service:nodes01 von iconode01-sr1.tilak.ibk auf iconode02-sr2.tilak.ibk

kopieren der multipath.conf :

cp /etc/multipath.conf.falconstor /etc/multipath.conf

Shutdown iconode01-SR1.

Hostconnect remove auf der DS8300

003f 0040

dscli> rmhostconnect 003F

Date/Time: December 20, 2010 4:05:32 PM CET IBM DSCLI Version: 5.1.730.216 DS: IBM.2107-75BYAR1

CMUC00014W rmhostconnect: Are you sure you want to delete host connection 003F? [y/n]:y

CMUC00015I rmhostconnect: Host connection 003F successfully deleted.

dscli> rmhostconnect 0040

Date/Time: December 20, 2010 4:05:53 PM CET IBM DSCLI Version: 5.1.730.216 DS: IBM.2107-75BYAR1

CMUC00014W rmhostconnect: Are you sure you want to delete host connection 0040? [y/n]:y

CMUC00015I rmhostconnect: Host connection 0040 successfully deleted.

unpresent der Virtual Disk auf der HP EVA8100-SR1-2

durch löschen der Zonen

FabricA :

ICONODE01-SR1\_EVA8100-SR1-2, ICONODE01-SR1\_DS8300

FabricB :

ICONODE01-SR1\_EVA8100-SR1-2, ICONODE01-SR1\_DS8300

Zonen im CISCO Fabric Manager löschen (FabricA und FabricB)

anschließend in der Command View die Hosts unpresent unter

EVA8100\_SR1-2 --> Virtual Disks --> AIM --> DG01\_DATA01 - DG04\_DATA18 --> Presentation --> unpresent

zuweisen der SAN Resources zum SAN Client ICONODE01-SR1

einschalten von ICONODE01-SR1 über HP BladeSystem Onboard Administrator

bc1-SR1 / Bay 8

ICONODE01-SR1 sollte wieder normal starten --> o.k.

Rückübernahme der Services

Ende der Wartung ICONODE01-SR1 : 16:25

-----

Start der Wartung ICONODE02-SR2 : 16:28

Services zum übernehmen :

service:nodes02 iconode02-sr2.tilak.ibk

service:nodes02 von iconode02-sr2.tilak.ibk auf iconode01-sr1.tilak.ibk

kopieren der multipath.conf :

cp /etc/multipath.conf.falconstor /etc/multipath.conf

Shutdown iconode02-SR2

Hostconnect remove auf der DS8300

0041 0042

dscli> rmhostconnect 0041

Date/Time: December 20, 2010 4:32:33 PM CET IBM DSCLI Version: 5.1.730.216 DS: IBM.2107-75BYAR1

CMUC00014W rmhostconnect: Are you sure you want to delete host connection 0041? [y/n]:y

CMUC00015I rmhostconnect: Host connection 0041 successfully deleted.

dscli> rmhostconnect 0042

Date/Time: December 20, 2010 4:33:06 PM CET IBM DSCLI Version: 5.1.730.216 DS: IBM.2107-75BYAR1

CMUC00014W rmhostconnect: Are you sure you want to delete host connection 0042? [y/n]:y

CMUC00015I rmhostconnect: Host connection 0042 successfully deleted.

unpresent der Virtual Disk auf der HP EVA8100-SR1-2

durch löschen der Zonen

FAbricA :

ICONODE02-SR2\_EVA8100-SR1-2, ICONODE02-SR2\_DS8300

FabricB :

ICONODE02-SR2\_EVA8100-SR1-2, ICONODE02-SR2\_DS8300

Zonen im CISCO Fabric Manager löschen (FabricA und FabricB)

anschließend in der Command View die Hosts unpresenten unter

EVA8100\_SR1-2 --> Virtual Disks --> AIM --> DG01\_DATA01 - DG04\_DATA18 --> Presentation --> unpresent

zuweisen der SAN Resources zum SAN Client ICONODE02-SR2

einschalten von ICONODE02-SR2 über HP BladeSystem Onboard Administrator

bc1-SR2 / Bay 8

ICONODE02-SR2 sollte wieder normal starten --> o.k.

Rückübernahme der Services

Ende der Wartung ICONODE02-SR2 : 16:45

-----

Start der Wartung ICONODE03-SR1 : 16:46

Services zum übernehmen :

service:RAUN iconode03-sr1.tilak.ibk

service:appl1 iconode03-sr1.tilak.ibk

service:omniNames iconode03-sr1.tilak.ibk

kopieren der multipath.conf :

cp /etc/multipath.conf.falconstor /etc/multipath.conf

Shutdown iconode03-SR1

Hostconnect remove auf der DS8300

0043 0044

dscli> rmhostconnect 0044

Date/Time: December 20, 2010 4:49:51 PM CET IBM DSCLI Version: 5.1.730.216 DS: IBM.2107-75BYAR1

CMUC00014W rmhostconnect: Are you sure you want to delete host connection 0044? [y/n]:y

CMUC00015I rmhostconnect: Host connection 0044 successfully deleted.

dscli> rmhostconnect 0043

Date/Time: December 20, 2010 4:50:21 PM CET IBM DSCLI Version: 5.1.730.216 DS: IBM.2107-75BYAR1

CMUC00014W rmhostconnect: Are you sure you want to delete host connection 0043? [y/n]:y

CMUC00015I rmhostconnect: Host connection 0043 successfully deleted.

unpresent der Virtual Disk auf der HP EVA8100-SR1-2

durch löschen der Zonen

FAbricA :

ICONODE03-SR1\_EVA8100-SR1-2, ICONODE03-SR1\_DS8300

FabricB :

ICONODE03-SR1\_EVA8100-SR1-2, ICONODE03-SR1\_DS8300

Zonen im CISCO Fabric Manager löschen (FabricA und FabricB)

anschließend in der Command View die Hosts unpresenten unter

EVA8100\_SR1-2 --> Virtual Disks --> AIM --> DG01\_DATA01 - DG04\_DATA18 --> Presentation --> unpresent  
zuweisen der SAN Resources zum SAN Client ICONODE03-SR1  
einschalten von ICONODE03-SR1 über HP BladeSystem Onboard Administrator  
bc1-SR1 / Bay 15  
ICONODE03-SR1 sollte wieder normal starten --> o.k.  
Rückübernahme der Services  
Ende der Wartung ICONODE03-SR1 : 17:06

-----

Start der Wartung ICONODE04-SR1 : 17:17  
Services zum übernehmen :  
service:HZirl iconode04-sr1.tilak.ibk  
service:RA iconode04-sr1.tilak.ibk  
kopieren der multipath.conf :  
cp /etc/multipath.conf.falconstor /etc/multipath.conf  
Shutdown iconode04-SR1  
Hostconnect remove auf der DS8300  
0045 0046  
dscli> rmhostconnect 0045  
Date/Time: December 20, 2010 5:19:12 PM CET IBM DSCLI Version: 5.1.730.216 DS: IBM.2107-75BYAR1  
CMUC00014W rmhostconnect: Are you sure you want to delete host connection 0045? [y/n]:y  
CMUC00015I rmhostconnect: Host connection 0045 successfully deleted.  
dscli> rmhostconnect 0046  
Date/Time: December 20, 2010 5:19:23 PM CET IBM DSCLI Version: 5.1.730.216 DS: IBM.2107-75BYAR1  
CMUC00014W rmhostconnect: Are you sure you want to delete host connection 0046? [y/n]:y  
CMUC00015I rmhostconnect: Host connection 0046 successfully deleted.  
unpresent der Virtual Disk auf der HP EVA8100-SR1-2  
durch löschen der Zonen  
FabricA :  
ICONODE04-SR1\_EVA8100-SR1-2, ICONODE04-SR1\_DS8300  
FabricB :  
ICONODE04-SR1\_EVA8100-SR1-2, ICONODE04-SR1\_DS8300  
Zonen im CISCO Fabric Manager löschen (FabricA und FabricB)  
anschließend in der Command View die Hosts unpresenten unter  
EVA8100\_SR1-2 --> Virtual Disks --> AIM --> DG01\_DATA01 - DG04\_DATA18 --> Presentation --> unpresent  
zuweisen der SAN Resources zum SAN Client ICONODE04-SR1  
einschalten von ICONODE04-SR1 über HP BladeSystem Onboard Administrator  
bc1-SR1 / Bay 16  
ICONODE04-SR1 sollte wieder normal starten --> o.k.  
Rückübernahme der Services  
Ende der Wartung ICONODE04-SR1 : 17:34

-----

Start der Wartung ICONODE05-SR2 : 17:35  
Services zum übernehmen :  
service:Dicom\_allgemein iconode05-sr2.tilak.ibk  
service:Nuk iconode05-sr2.tilak.ibk  
service:icoadmin iconode05-sr2.tilak.ibk  
kopieren der multipath.conf :  
cp /etc/multipath.conf.falconstor /etc/multipath.conf  
Shutdown iconode05-SR2  
Hostconnect remove auf der DS8300  
0047 0048  
dscli> rmhostconnect 0047  
Date/Time: December 20, 2010 5:53:07 PM CET IBM DSCLI Version: 5.1.730.216 DS: IBM.2107-75BYAR1  
CMUC00014W rmhostconnect: Are you sure you want to delete host connection 0047? [y/n]:y  
CMUC00015I rmhostconnect: Host connection 0047 successfully deleted.  
dscli> rmhostconnect 0048  
Date/Time: December 20, 2010 5:53:15 PM CET IBM DSCLI Version: 5.1.730.216 DS: IBM.2107-75BYAR1  
CMUC00014W rmhostconnect: Are you sure you want to delete host connection 0048? [y/n]:y  
CMUC00015I rmhostconnect: Host connection 0048 successfully deleted.  
unpresent der Virtual Disk auf der HP EVA8100-SR1-2  
durch löschen der Zonen



FabricA :

ICONODE05-SR2\_EVA8100-SR1-2, ICONODE05-SR2\_DS8300

FabricB :

ICONODE05-SR2\_EVA8100-SR1-2, ICONODE05-SR2\_DS8300

Zonen im CISCO Fabric Manager löschen (FabricA und FabricB)

anschließend in der Command View die Hosts unrepresent unter

EVA8100\_SR1-2 --> Virtual Disks --> AIM --> DG01\_DATA01 - DG04\_DATA18 --> Presentation --> unrepresent

zuweisen der SAN Resources zum SAN Client ICONODE05-SR2

einschalten von ICONODE05-SR2 über HP BladeSystem Onboard Administrator

bc1-SR2 / Bay 15

ICONODE05-SR2 sollte wieder normal starten --> o.k.

Rückübernahme der Services

Ende der Wartung ICONODE05-SR2 : 18:06

-----  
Start der Wartung ICONODE06-SR2 : 18:10

service:MD iconode06-sr2.tilak.ibk

service:appliance iconode06-sr2.tilak.ibk

service:hl7\_allgemein iconode06-sr2.tilak.ibk

kopieren der multipath.conf :

cp /etc/multipath.conf.falconstor /etc/multipath.conf

Shutdown iconode06-SR2

Hostconnect remove auf der DS8300

0049 004A

dscli> rmhostconnect 0049

Date/Time: December 20, 2010 6:13:55 PM CET IBM DCLI Version: 5.1.730.216 DS: IBM.2107-75BYAR1

CMUC00014W rmhostconnect: Are you sure you want to delete host connection 0049? [y/n]:y

CMUC00015I rmhostconnect: Host connection 0049 successfully deleted.

dscli> rmhostconnect 004a

Date/Time: December 20, 2010 6:14:07 PM CET IBM DCLI Version: 5.1.730.216 DS: IBM.2107-75BYAR1

CMUC00014W rmhostconnect: Are you sure you want to delete host connection 004a? [y/n]:y

CMUC00015I rmhostconnect: Host connection 004A successfully deleted.

unrepresent der Virtual Disk auf der HP EVA8100-SR1-2

durch löschen der Zonen

FabricA :

ICONODE06-SR2\_EVA8100-SR1-2, ICONODE06-SR2\_DS8300

FabricB :

ICONODE06-SR2\_EVA8100-SR1-2, ICONODE06-SR2\_DS8300

Zonen im CISCO Fabric Manager löschen (FabricA und FabricB)

anschließend in der Command View die Hosts unrepresent unter

EVA8100\_SR1-2 --> Virtual Disks --> AIM --> DG01\_DATA01 - DG04\_DATA18 --> Presentation --> unrepresent

zuweisen der SAN Resources zum SAN Client ICONODE06-SR2

einschalten von ICONODE06-SR2 über HP BladeSystem Onboard Administrator

bc1-SR2 / Bay 16

ICONODE06-SR2 sollte wieder normal starten

Rückübernahme der Services

Ende der Wartung ICONODE06-SR2 : 18:30

Ende der Wartung 18:45

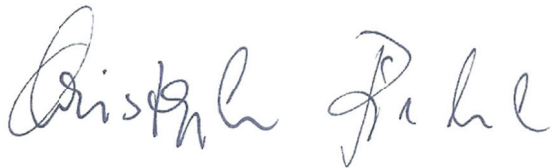
### Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Innsbruck, am 01. September 2011

A handwritten signature in blue ink, reading 'Christoph Pirchl'. The signature is written in a cursive style with a large initial 'C'.

Christoph Pirchl